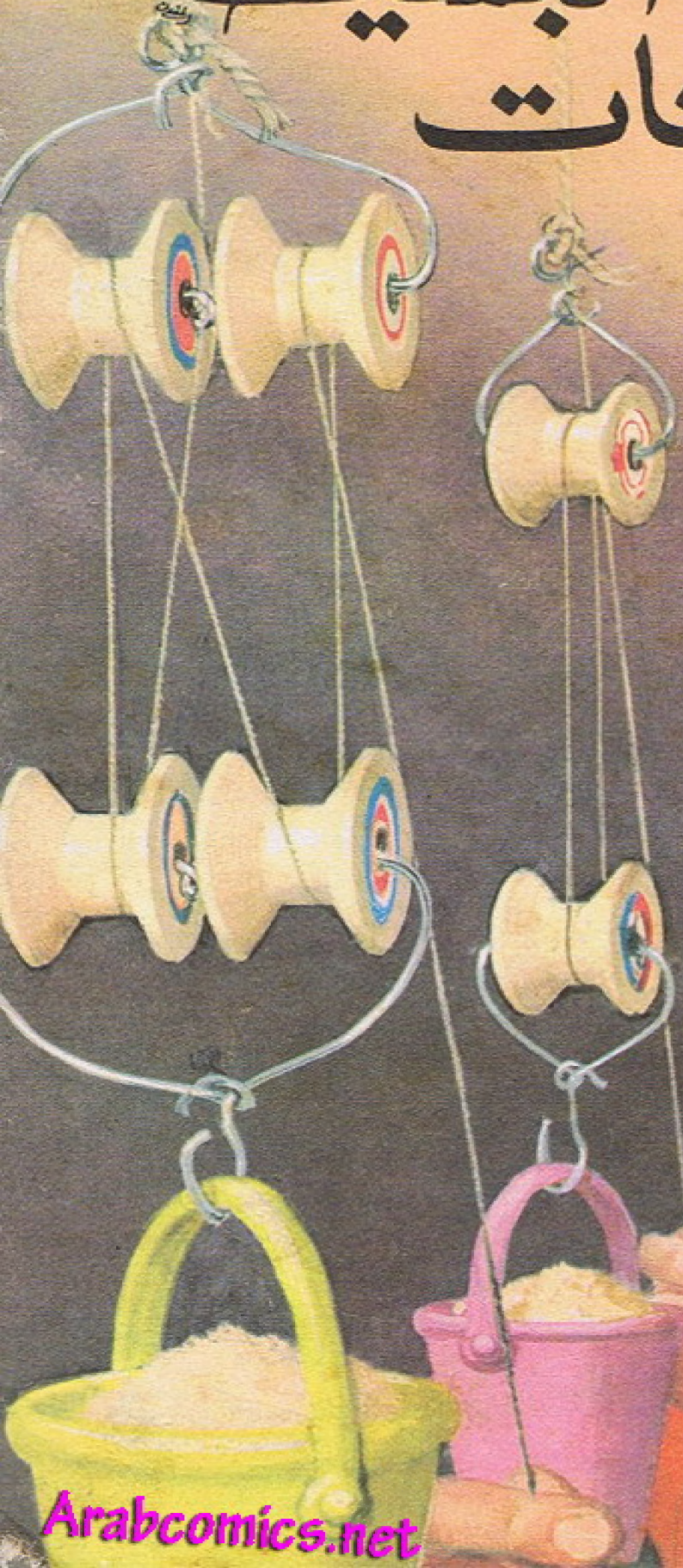
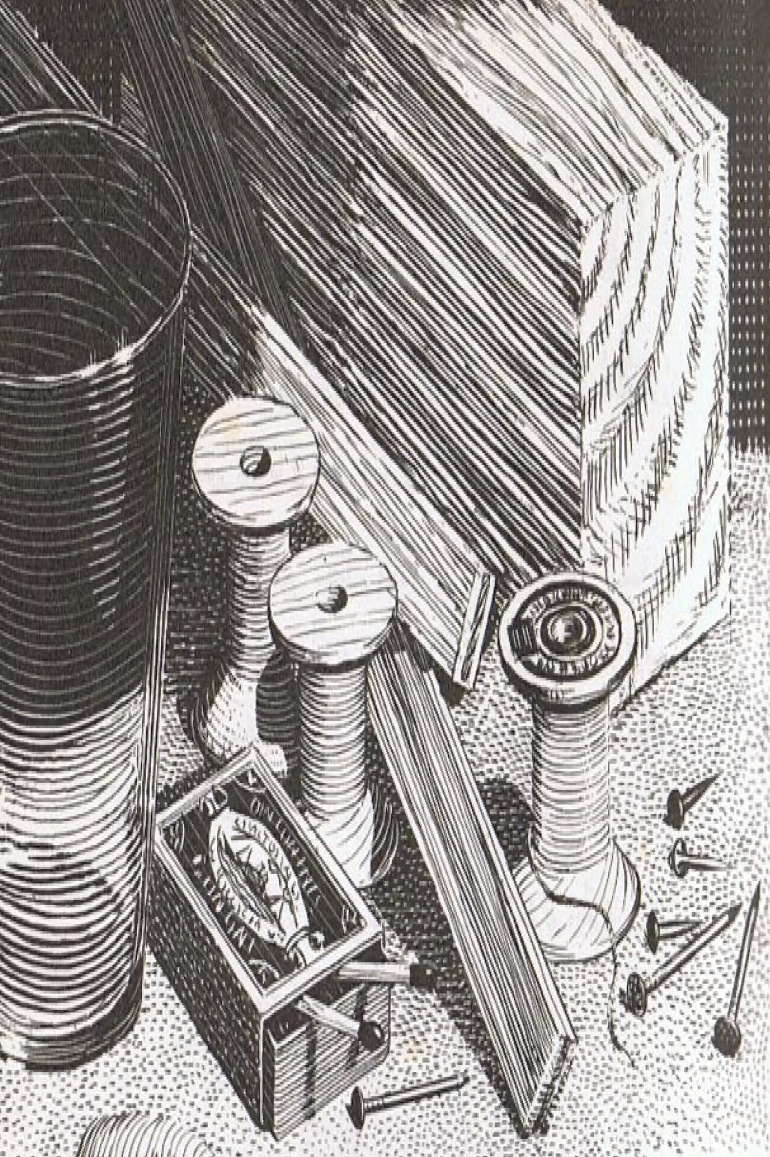




سِلْسِلَةُ الْعُلُومِ الْمُبَسَّطَةِ

الآلاتُ البَسِيطَةُ وَالْمُحَرِّكَاتُ





كُلُّ أَوْ كُرَيَات رُجَاجِهِ

أَغْطِيهِ عُلْبُ مَعْدِيَّة

بَكْرَةٌ وَخُيُوطُ مَنِينَةٍ

كَلَّةٌ وَشَرَايِحُ خُشْبِيَّة

جُنْدِي دُمِيَّة

مَكْنَاتُ خُيُوطٍ فَارِغَةٍ

سُفُودَانِ خُشْبِيَّانِ

سَمَامِير

سَبْلُكَ لَبْسُ

خُيُوطُ وَدُوبَارَةٍ (خَيْطُ مَتْنِ)

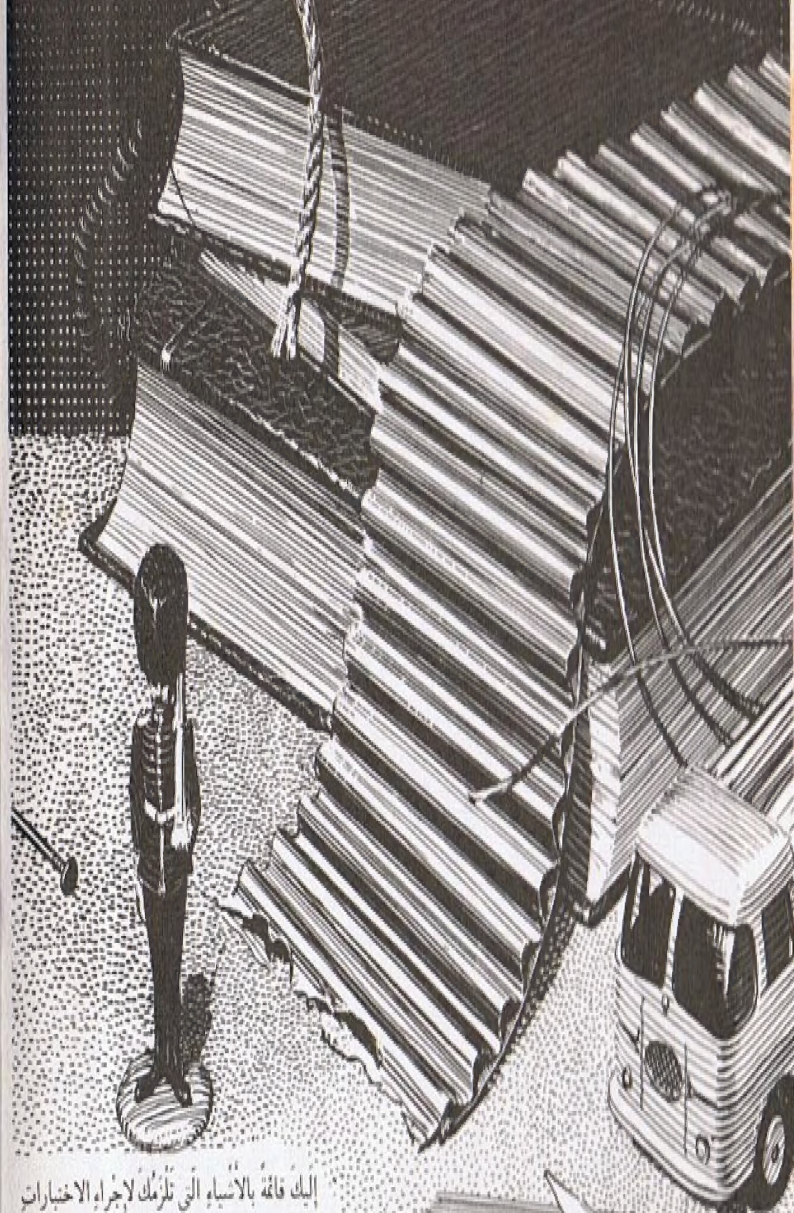
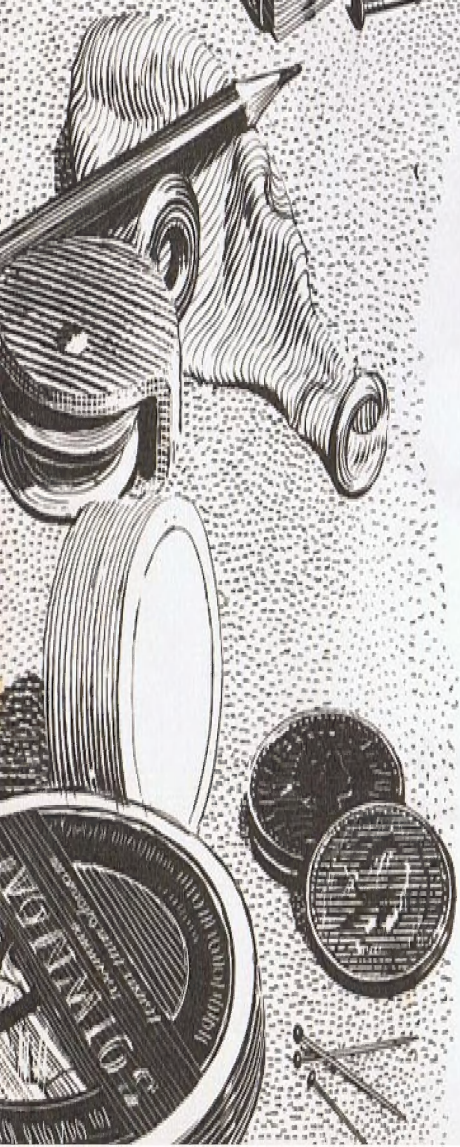
عُلْبُ مُسْتَدِيرَةٍ (أَسْطُوَانِيَّة)

وَرَقُ كُرْتُونٍ مُسَوَّجٍ

وَرَقُ لُجَبٍ

طَابَةُ مَقَاطٍ

بَالُونٌ صَنْعٌ



إِلَيْكَ قَائِمَةٌ بِالْأَشْيَاءِ الَّتِي تَلْزِمُكَ لِإِجْرَاءِ الْإِخْبَارَاتِ

فِي هَذَا الْكِتَابِ، وَلَعَلَّ مُعْظَمَهَا مُتَوَافِرٌ لَدَيْكَ حَالِيًا.

مِسْطَرَةٌ

كُتُبٌ

أَقْلَامُ أُسْطُوَانِيَّة

عُلْبَةُ نَقَابٍ

طَبْنٌ لِدَانِيٍّ (بِلَاسْتِيْسِيْن)

قِطْعُ نَقَرٍ مَعْدِيَّة

دَبَابِيْسٌ

إِبْرَةُ حِيَاكَةٍ

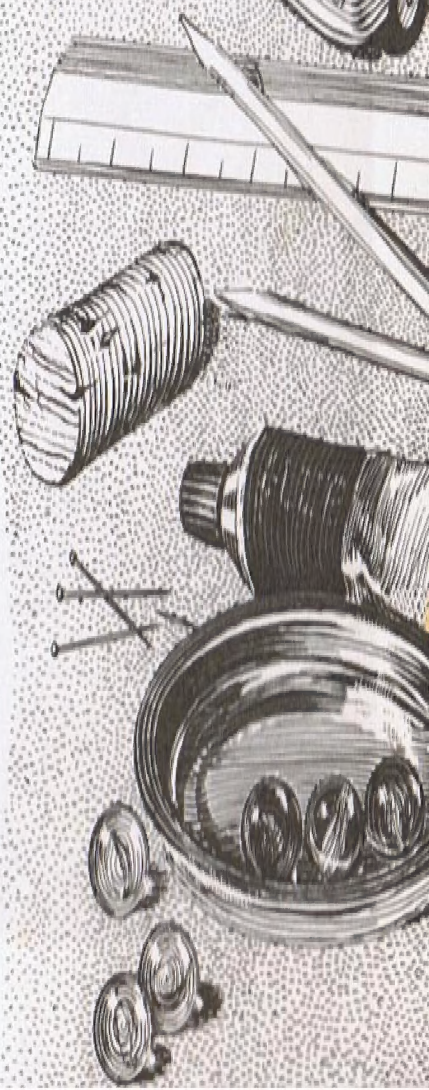
إِبْرَةُ رَفُو

سِدَادَاتُ فِلْنِيَّة

كُوُوسٌ أَوْ أَكْوَابٌ

بَكْرَةٌ (أَوْ مَكْبَةٌ) خُيُوطٌ

خَبَاتٌ مِنَ الْأَرْضِ



الآلاتُ البسيطةُ والمُحرّكات

تأليف: ف. نيونغ

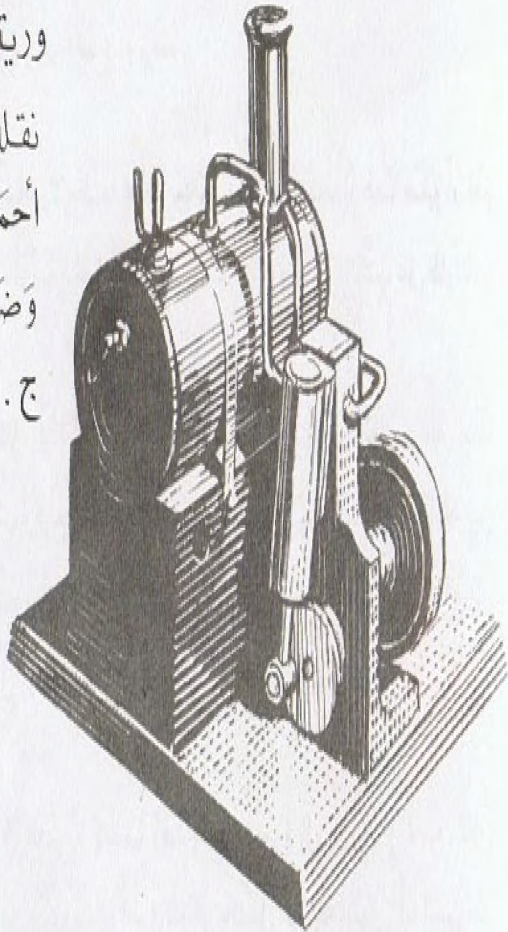
وريتشارد بوود

نقله الى العربية:

أحمد شفيق الخطيب

وضع الرسوم:

ج. ه. وينغفيلد



مَكْتَبَةُ لَبْنَان

هَلْ تَعْلَمُ أَنَّكَ تَسْتَعْمِلُ آلَةً بَسِيطَةً (وهي الرافعة أو العتلة) كُلَّمَا تَضَغَطُ زُرًّا
كَهَرَبَاتِيًّا أَوْ تُدِيرُ مِفْتَاحًا فِي قُفْلٍ أَوْ تَعْرِقُ الْحَدِيقَةَ بِالْمِنْكَاسِ ؟

فِي هَذَا الْكُتَيْبِ الْمُتَمِيعِ سَتَعْلَمُ الْكَثِيرَ عَنِ الْآلَاتِ الْبَسِيطَةِ - بِمُسَاعَدَةِ
أَخْتِيَارَاتٍ وَتَجَارِبَ سَهْلَةٍ وَمَأْمُونَةٍ - سَتَعْلَمُ كَيْفِيَّةَ اسْتِخْدَامِ الْبَكَارَاتِ لِرَفْعِ
الْأَوْزَانِ الثَّقِيلَةِ وَسَتُكْشِفُ فَائِدَةَ اسْتِعْمَالِ كُرَيَاتِ الْحَامِلِ فِي عَجَلَانِ دَرَاجَتِكَ،
وَسَتَعْرِفُ سَبَبَ انْدِفَاعِكَ إِلَى الْأَمَامِ (بِقُوَّةِ الْاسْتِمْرَارِ) عِنْدَمَا تَتَوَقَّفُ السَّيَّارَةُ.

كَذَلِكَ سَتَعْلَمُ أَشْيَاءَ أُسَاسِيَّةً عَنْ عَمَلِ آلَةِ الْبُخَارِيَّةِ وَالْمُحَرِّكَاتِ ذَاتِ
الْإِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ وَالْمُحَرِّكَاتِ النَّفَاثَةِ !

© حَقُوقُ الطَّبْعِ مَحْفُوظَةٌ

طُبِعَ فِي أَنْكَلَرَا

١٩٨٠

الآلات البسيطة

نلاحظ أن الولد في الصورة المقابلة يرفع جذع شجرة ثقيلًا وقد بذل كل ما أوتي من قوة وجهده ليفعل ذلك، بينما ترفع أخته جذعًا مماثلاً دون عناء بواسطة عمود مرتكز على حجر. إنها تستعمل آلة. ونحن نطلق لفظ الآلة أو المكنة على كل أداة أو بنية تجعل القيام بالشغل أكثر سهولة.

والآلة البسيطة التي تستخدمها الفتاة هي الرافعة أو العتلة أو المحل. فالفتاة تضغط بقوة يديها إلى أسفل على طرف الذراع الطويل للرافعة فيضغط طرف الذراع القصير للرافعة إلى أعلى ليقاوم وزن الجذع ويرفعه.

استخدم رافعة بنفسك ولاحظ ما يحدث بعناية. يمكنك استخدام عصا صلبة أو قذو خشبية لهذا الغرض، أو يمكنك إجراء التجربة بمسطرة وبعض الكتب على طاولتك.

غير مجور أرتكاز الرافعة ليتخذ أبعاداً مختلفة عن الجسم الذي ترفعه. ماذا نلاحظ؟ إن القوة اللازمة لرفع الجسم والمؤثرة على طرف الذراع الطويل للرافعة تزداد أكثر فأكثر كلما اقترب مجور الارتكاز من الجسم المرفوع. لكنك حينئذ تحتاج إلى ضغط الذراع الطويل للرافعة مسافة طويلة لترفع الجسم مسافة قصيرة.

إن الولد والفتاة في الصورة كليهما رفعاً جذع الشجرة إلى الارتفاع نفسه، لكن الفتاة بذلت قوة أقل على مدى مسافة أطول للقيام بالشغل بطريقة أسهل. أما الفتى فقد اضطر لبذل قوة كبيرة على مدى مسافة الرفع القصيرة. وهكذا فإننا نرى أن الآلة لا تمنحنا شيئاً من لا شيء، إنها لا تقلل الشغل بل تجعل القيام به أسهل أداءً.

أنواع الروافع المختلفة

الرافعة هي آلة بسيطة نستخدمها بأشكال تكاد لا تحصى. فالولد في الصورة المقابلة يعرق الأرض بالرّش، ورشته آلة بسيطة. يشدّ الولد على المقبض في عصا الرّش ليقلب التربة بمجرّقة الرّش المعدنيّة. وكلّما طالت عصا الرّش، في وضعه المبدئي، خفّت القوة اللازمة لتجريبه.

أما الفتاة فإنها تبحث عن الروافع المستخدمة في دراجتها. لقد لاحظت ثلاثاً منها في وصلات المكبح الخلفي - تحت المقود تماماً، وفي أسفله لتحويل الشدّ زاوياً، وتحت مفصل الدّواسلة للتوصيل بكتلتى المكبح. إنك ستدرك ضرورة استخدام الرافعة في عملية المكبح حين تحاول شدّ أو سحب قضيب المكبح بيدك فقط. هنالك روافع أخرى في الدراجة مثل مرفقي تدوير الدّواسلتين والتّرس (المسنن) وذراع تغيير السرعة. وعند فك الإطار الخارجى لإصلاح ثقب في الإطار الداخلى تستخدم الفتاة عتلة فك الأطر.

تستخدم الروافع في كل مكان، ومنها أنواع طويلة جداً كالتي يستخدمها عامل السّيافور أو عامل إشارات السكك الحديدية. فكل هذه الروافع تُشغل إشارات أو لافتات ثقيلة وكثيراً ما يكون بعضها بعيداً عن عامل الإشارة.

فيما يلي بعض أنواع الروافع الشائعة الاستعمال: المقص، كسّارة الجوز، الزّردية، ملقط الجمر، مجراك الجمر، فتاحة العلب، سقاطة ميزلاج الباب، مفتاح القفل، وإسائه.

مفتاح الدّارة الكهربائيّة، مفتاح ربط الصّواميل وغيرها من الأدوات الكثيرة.

حاول أن تسمي غيرها وتذكر أن نوع الرافعة يتحدّد بأجزائها الثلاثة: نقطة عمل القوة، نقطة أو محور الارتكاز، ونقطة عمل المقاومة حيث الشغل المراد عمله.



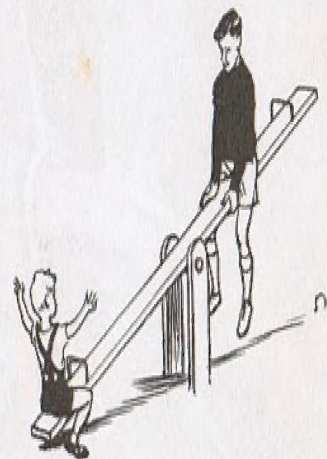
الأرجوحة كإحدى الروافع

يُمكنُ تولّد أن يُوازنَ ولداً أثقلَ وزناً منه على الأرجوحة إذا هما جلسا في المكانين الصحيحين. وبالاختيار نلاحظ أن التوازن يتحقق عندما يجلس الولد الأثقل أقرب إلى محور الارتكاز من الولد الأخف وزناً. وكلّما زاد وزن الولد الأثقل كان قُربُه إلى محور الارتكاز أكثر. فهل من علاقة بين وزني الولدين وبعديهما عن محور الارتكاز؟

تستطيع القيام بتجربة بسيطة للإجابة عن هذا السؤال. الصق قلماً أسطوانياً (مدوراً) على غلبيّ ثقاب بقطعة من البلاستيك ووازن فوقه بعناية مسطرة خشبية.

ضع قطعة نقد معدنية قُرب إحدى نهايتي المسطرة ثم زلق يرفق قطعتي نقد متراكبتين مماثلتين للأولى على طول جانب المسطرة الآخر واتركهما حيث يتحقق التوازن. قس المسافتين بين مركزي القطع النقدية ومحور الارتكاز. لاحظ أن بُعد قطعة النقد المُفرّدة عن محور الارتكاز يساوي ضعفي بُعد القطعتين المتراكبتين عنه.

أعد التجربة بعد أن تقرب قطعة النقد المُفرّدة نحو محور الارتكاز وجد طول المسافتين عند التوازن. أعد التجربة ثالثة وسجل الأبعاد عن محور الارتكاز للقطعة وللقطعتين في الحالات الثلاث وقارن بينها. إن بُعد القطعة المُفرّدة عن محور الارتكاز هو في كلّ الحالات ضعفاً بُعد القطعتين المتراكبتين عنه.



الابعاد عن محور الارتكاز
القطعة المفردة
القطعتان المتراكبتان

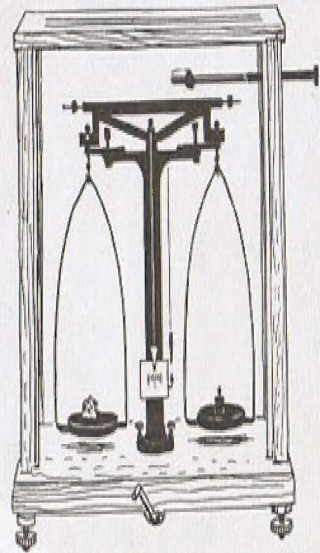
الميزان ذو الكفتين

الميزان ذو الكفتين هو كالأرجوحة أيضاً من الروافع . ومُعظم الموازين روافع متساوية الذراعين - أي إن الأوزان التي توضع في كفتها تكون متساوية البعد عن محور الارتكاز ، فوزن الكيلوغرام في إحدى الكفتين يتوازن مع كيلوغرام من التفاح في الكفة الثانية .

بممكنك صنع ميزان بسيط من فلبنة ودبوسين وإبرة حياكة . اقطع شفتين من طرفي الفلبنة كما هو مبين في الشكل . اغرز الدبوسين في طرفي الفلبنة ليرتكزا عليهما الميزان ثم اغرز إبرة الحياكة في منتصف الفلبنة ووارنها .

قص مربعين متساويين تماماً من الورق المقوى واتن قرتهما لتصنع منهما كفتي الميزان . علق الكفتين من طرفي إبرة الحياكة بخيوط قطنة رفيعة متساوية الطول على بعدين متساويين من منتصفها . اقلب كوبين من الزجاج وقرتتهما بحيث تتحرك الفلبنة بينهما بسهولة مرتكزة على طرفي الدبوسين . إذا كانت إحدى الكفتين أعلى من الأخرى فثقلها بحبات من الرمل أو بقطع صغيرة من الورق حتى تتوازن الكفتان تماماً .

إن ميزانك لن يصلح طبعاً للوزن بأوزان كالتى يستعملها البقال ، ولكن باستطاعتك أن تزن به الأشياء الصغيرة كالدبابيس والمسامير والرؤس وعيدان الكبريت مستخدماً حبات الأرز مثلاً . فوحدة الوزن في ميزانك هي إذن حبة الأرز بدلاً من الأوقية أو الكيلوغرام . إن الميزان الحساس الذي يستخدمه العلماء في صندوقه الزجاجي يملكهم من وزن الأشياء الخفيفة جداً ، كالشعرة مثلاً ، بدقة بالغة .



تسهيل الحركة والتحريك

في الصورة الأولى (ص ٥) استخدمت الفتاة رافعة (عتلة) لرفع الجذع الثقيل . وقد عنى للفتاة وأخيها أن ينقلوا الجذع إلى طرف الحقل ، فكيف السبيل إلى ذلك ؟ إن الجذع أثقل من أن يستطيعا حمله ، لذلك حاولا جره لكن ذلك أيضاً لم يكن بالأمر الهين . لقد كانا يواجهان المشكلة نفسها التي واجهها الإنسان الأول عندما كان يريد نقل جذع شجرة أو تحريك صخرة عظيمة أو دفع حجر ضخم كما في بناء الأهرامات وهياكل بعلبك .

لقد استخدّم الإنسان القديم الدحارج الأسطوانية . فلورفع الولدان جذع الشجرة وأدخل تحته بعض قطع الجذع الأسطوانية لأمكنهما جره بسهولة إلى حيث يريدان . أما لماذا لم يستطيع الولدان جرّ الجذع على الأرض بسهولة ، فالجواب هو الاحتكاك .

إن سطح الجذع الخشن الضاغط على سطح الأرض الخشن يعرقل الحركة ، فلو كان سطح الجذع صقيلاً ناعماً وكانت الأرض صفحة مستوية من الجليد لكان من السهل جداً تحريك الجذع فوقها . والاحتكاك ينتج من تحاك السطحين واجدهما على الآخر ، فإن قلت نقاط التماس بينهما يقل الاحتكاك . وعند وضع الدحارج الأسطوانية تحت الجذع يتحرك الجذع بالدحارج بدلاً من الحركة بالانزلاق . وذلك يقلل كثيراً من الاحتكاك .

ضع كومة من الكتب على طاولة مغطاة بغطاء من القماش . لاحظ صعوبة انزلاقها فوقه . ضع قلمين أو ثلاثة تحت كومة الكتب . لاحظ السهولة التي ينس بها انزلاق الكتب . إن الرافعة والخراج الأسطوانيين كليهما آتان لتسهيل تحريك الأشياء .



مَحَامِلُ الْكُرَيَاتِ

لَقَدْ تَطَوَّرَ الدَّرَجُاجُ الْأُسْطُوَانِيُّ كَوَسِيلَةٍ لِمُقَاوَمَةِ الْاِخْتِكَالِ إِلَى أَرْفَى أَشْكَالِهِ فِي مَحْمِلِ الْكُرَيَاتِ الَّذِي هُوَ عِبَارَةٌ عَنْ كُرَاتٍ فُولَازِيَّةٍ صَلْدَةٍ مَلْسَاءٍ لِلْعَالِيَةِ مَحْتَوَاةٍ فِي مَدْرَجَةٍ حَلْقِيَّةٍ تَدُورُ فَوْقَهَا. وَيُسْتَعْمَلُ مَحْمِلُ الْكُرَيَاتِ هَذَا فِي كَثِيرٍ مِنَ الْأَجْزَاءِ الْمُتَحَرِّكَةِ فِي الْمَكَنَاتِ وَالآلَاتِ لِتَقْلِيلِ الْاِخْتِكَالِ.

يُمْكِنُكَ اخْتِيَارُ قُدْرَةِ كُرَيَاتِ الْمَحْمِلِ عَلَى تَقْلِيلِ الْاِخْتِكَالِ بِتَجَرُّبَةٍ بَسِيطَةٍ أُخْرَى بِكَوْمَةِ الْكُتُبِ. ضَعْ كَوْمَةَ الْكُتُبِ فِي صِنِينَةٍ وَحَاوِلْ تَزْلِيجَهَا، ثُمَّ ضَعْ تَحْتَ جَوَانِبِ الصِّنِينَةِ سِتَّ كَلَلٍ (كُرَيَاتٍ) زُجَاجِيَّةٍ وَلاَحِظْ كَيْفَ يَصْبَحُ بِالْإِمْكَانِ تَحْرِيكُهَا بِخَفْضِكَ.

يَتَكُونُ مَحْمِلُ الْكُرَيَاتِ عَادَةً مِنْ عِدَّةٍ كُرَيَاتٍ فُولَازِيَّةٍ تَدُورُ بَيْنَ مَدْرَجَتَيْنِ دَاخِلِيَّةٍ وَخَارِجِيَّةٍ، كَمَا يَبْدُو فِي الرَّسْمِ التَّخْطِيطِيِّ فِي أَسْفَلِ الصَّفْحَةِ. وَبِإِمْكَانِكَ صُنْعُ مَدْرَجَةٍ كُرَيَاتٍ مِنْ غُطَاءَيِ عُلْبٍ مَعْدِنِيَّيْنِ وَبَضْعُ كُرَيَاتٍ (كَلَلٍ) زُجَاجِيَّةٍ.

ضَعِ الْكُرَيَاتِ فِي أَحَدِ الْغُطَاءَيْنِ قُرْبَ حَافَتِهِ ثُمَّ أَقْلِبِ الْغُطَاءَ الْآخَرَ فَوْقَهُ بِمَحِثٍ يَرْتَكِرُ عَلَى الْكُرَيَاتِ لِأَعْلَى حَافَةِ الْغُطَاءِ السُّفْلِيِّ. ضَعِ الْمَدْرَجَةَ عَلَى الْأَرْضِ وَقِفْ بِإِحْدَى قَدَمَيْكَ فَوْقَهَا. سَتَجِدُ أَنَّكَ تَسْتَطِيعُ الدُّورَانَ بِسَهُولَةٍ بِالْفَعْلِ - وَالْوَاقِعُ إِنَّكَ سَتَدُورُ بِسَهُولَةٍ غَيْرِ مُتَوَقَّعَةٍ قَدْ تَفَقَّدَكَ تَوَازُنُكَ!

تُسْتَعْمَلُ مَحَامِلُ الْكُرَيَاتِ غَالِيًا حَيْثُمَا يَدُورُ دَوْلَابٌ حَوْلَ مَحْوَرٍ كَمَا فِي الدَّرَاجَةِ وَالْمِزْلَاجَةِ ذَاتِ الدُّوَالِبِ. يُمْكِنُكَ رُؤْيُهُ هَذِهِ الْمَحَامِلِ فِي الدَّرَاجَةِ - فِي مَحْوَرِي الْعَجَلَتَيْنِ وَمِفْرَقِ الدُّوَالِسَتَيْنِ نَفْسَيْهَا وَفِي عُمُودِ الْقِيَادَةِ. فَهَذِهِ كُلُّهَا نِقَاطُ اخْتِكَالٍ تَحُولُ فِيهَا الْكُرَيَاتُ دُونَ تَحَاكٍ قِطْعَةٍ فُولَازِيَّةٍ بِأُخْرَى.

مَقْطَعٌ طَوِيلٌ لِسُرَّةِ

(أَوْ يَطْبُخُ) عَجَلَةُ الدَّرَاجَةِ

زَيْتٌ

مَدْرَجَةٌ

دَاخِلِيَّةٌ

(تُسَمَّى الْخُرُوطُ)

١٤



سُهُولَةُ الْحَرَكَةِ وَالتَّوَقُّفِ

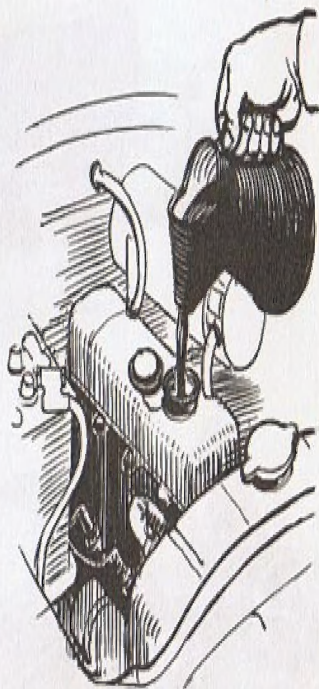
هَلْ سَبَقَ لَكَ أَنْ لَاحَظْتَ تَأْيِيرَ التَّرِييَةِ عَلَى حُسْنِ سَيْرِ دَرَّاجَتِكَ؟ عِنْدَمَا لَا تَكُونُ دَرَّاجَتُكَ مَزُودَةً بِزَيْتِ التَّرْلِيْقِ الْإِلْزَامِ فَإِنَّكَ تَضْطَرُّ إِلَى ضَغْطِ الدَّوَّاسَتَيْنِ بِشِدَّةٍ أَكْثَرَ، وَذَلِكَ لِتَغْلِبِ عَلَى الْإِحْتِكَالِ النَّاشِئِ بَيْنَ الْأَجْزَاءِ الْمُتَحَرِّكَِةِ فِيهَا. أَمَّا إِذَا زُلِقَتْ هَذِهِ الْأَجْزَاءُ بِالزَّيْتِ فَإِنَّهَا نَزَلَتْ بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ بِسُهُولَةٍ وَيَسْرٍ.

إِذَا قَسَمْتَ بِتَرْلِيْقِ دَرَّاجَتِكَ عَلَى الْوَجْهِ الصَّحِيْحِ فَإِنَّ عَلَيْكَ وَضْعَ الزَّيْتِ فِي كُلِّ مَكَانٍ يُوجَدُ فِيهِ مَحْمِلُ كُرَيَاتٍ وَفِي كُلِّ مَوْضِعٍ يَحْتَكَ فِيهِ جُزْءٌ مَعْلُومٌ مَعَ جُزْءٍ مَعْلُومٍ آخَرَ.

وَلَيْسَتْ سُهُولَةُ الْحَرَكَةِ هِيَ الْأَمْرُ الْوَحِيدُ الضَّرُورِيُّ فِي دَرَّاجَتِكَ، بَلْ إِنَّ سُهُولَةَ تَبَطُّئِهَا وَتَوَقُّفِهَا عِنْدَ الْإِلْزَامِ ضَرُورَةٌ لَا غِنَى عَنْهَا أَيْضًا. وَفِي هَذَا الْمَجَالِ لَا بُدَّ مِنْ أَسْتِخْدَامِ قُوَى الْإِحْتِكَالِ لِضَادَّةِ الْحَرَكَةِ. هَلْ تَعْرِفُ كَيْفَ الْجَوَابُ بِالطَّبَعِ هُوَ: بِأَسْتِخْدَامِ الْمَكَابِيحِ. فَلَقَمُ الْمَكَابِيحِ مَصْنُوعَةٌ مِنْ مَادَّةٍ مُصَمَّمَةٍ لِيَنْزِلَ أَقْصَى مَا يُمَكِّنُ مِنَ الْإِحْتِكَالِ عِنْدَمَا تُضَغَطُ اللَّقْمُ بِقُوَّةٍ وَإِحْكَامٍ عَلَى حَوَافِ الْعَجَلَتَيْنِ الْمَعْدِنِيَّتَيْنِ. وَهَكَذَا فَإِنَّ الْإِحْتِكَالَ هُوَ الَّذِي يُوقِفُ دَوْرَانَ الْعَجَلَتَيْنِ عِنْدَمَا تُضَغَطُ أَنْتَ الْمِكْبَحَ.

كَذَلِكَ فَإِنَّ مَوْطِي الدَّوَّاسَتَيْنِ وَمِقْبَضِي الْقُوَّةِ مَصْنُوعَةٌ أَيْضًا مِنْ مَوَادِّ عَالِيَةِ الْإِحْتِكَالِ حَتَّى لَا تَنْزَلِقَ عَنْهَا قَدَمَاكَ وَلَا يَدَاكَ. كَمَا أَنَّهُ لَوْلَا الْإِحْتِكَالُ بَيْنَ إِطَارِي الْعَجَلَتَيْنِ وَالطَّرِيقِ لَمَا تَحَرَّكَتْ دَرَّاجَتُكَ بَلْ لَانْزَلَقَتْ.

الْعَجَلَتَانِ مُدَوَّمَتَيْنِ فِي مَكَانِهِمَا. وَلِهَذَا السَّبَبُ يُصْنَعُ لِلْإِطَارِ الْمَطَاطِيِّ مَدَاسٌ أَوْ مَوْطِيٌّ خَشِينٌ عَلَى سَطْحِهِ الْخَشِينِ لِيَتَسَبَّبَ بِالطَّرِيقِ وَيَمْنَعَ الْانْزِلَاقَ خَاصَّةً عِنْدَ الْمُنْعَطَفَاتِ. وَإِذَا رَكِبْتَ دَرَّاجَةً مَالِسَةً أَوْ مَسْسُوحَةً مَدَاسِ الْإِطَارَيْنِ فَإِنَّ إِحْتِكَالَهُمَا مَعَ الطَّرِيقِ يَكُونُ أَقْلَ وَتَزْدَادُ أَحْتِمَالِيَّةُ انْزِلَاقِهِمَا عَلَى طَرِيقٍ مُبَلَّلَةٍ.



نموذج مرفاع

لِتَصْنَعْ مَرْفَاعًا كَالَّذِي فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ يَلْزَمُكَ كُتْلَةُ خَشَبِيَّةٌ عَرْضُهَا حَوَالِي عَشْرَةَ سَنْتِمِetrاتٍ لِلْقَاعِدَةِ وَقِدَّتَانِ رَفِيعَتَانِ طُولُ الواحِدَةِ مِنْهُمَا حَوَالِي خَمْسَةِ وَعِشْرِينَ سَنْتِمِetrًا لِذِرَاعِ المَرْفَاعِ بِالإِضَافَةِ إِلَى ثَلَاثَةِ مِكَبَّاتٍ (أَوْ بَكَرَاتٍ) خُيُوطٍ فَارِغَةٍ وَدِسَارَيْنِ خَشَبِيَّيْنِ وَبَعْضِ الْمَسَامِيرِ وَالْحَبِيطِ. يَجِبُ أَنْ يَكُونَ ثَغْنُ سَطْحِ القَاعِدَةِ أَوْسَعَ قَلِيلًا مِنْ عَرْضِ مِكَبَّاتِ الحَبِيطِ.

انْقُرْ فِي كُلِّ قِدَّةٍ ثَقِبَيْنِ - وَاحِدًا عَلَى بَعْدِ سَبْعَةِ سَنْتِمِetrاتٍ مِنْ إِحْدَى طَرَفَيْهَا وَآخَرَ عَلَى بَعْدِ سَنْتِمِetr وَنِصْفٍ مِنَ الطَّرَفِ الْآخَرِ. اجْعَلِ اتِّسَاعَ الثَّقُوبِ مُنَاسِبًا لِاسْتِيعَابِ الدِّسَارَيْنِ.

أَدْخِلْ مِكَبَّا (بَكَرَةً) فِي كُلِّ مِنَ الدِّسَارَيْنِ جَاعِلًا طَرَفِي الدِّسَارِ الْأَوَّلِ يَتَرُزَّانِ حَوَالِي سَنْتِمِetrَيْنِ عَنْ جَانِبِي مِكَبَّةٍ. أَمَّا الدِّسَارُ الثَّانِي فَاجْعَلْهُ يَتَرُزُّ حَوَالِي سَنْتِمِetrَيْنِ مِنْ أَحَدِ طَرَفِي المِكَبِّ يَتِمَّا يَتَرُزُّ حَوَالِي ثَمَانِيَةِ سَنْتِمِetrاتٍ مِنْ طَرَفِ المِكَبِّ الْآخَرِ وَذَلِكَ لِتَرْكِيبِ بَكَرَةٍ لِمَرْفَقِ التَّنْدِيرِ عَلَيْهِ. ثَبِّتِ الدِّسَارَيْنِ فِي مَكَانَيْهِمَا بِالْفِغْرَاءِ.

سَمِّرْ إِحْدَى قِدَّتِي ذِرَاعِ المَرْفَاعِ إِلَى كُتْلَةِ القَاعِدَةِ كَمَا فِي الصُّورَةِ ثُمَّ رَكِّبْ فِيهَا المِكَبِّينِ وَدِسَارَيْهِمَا جَاعِلًا المِكَبِّ الَّذِي سَيَحْمِلُ مَرْفَقَ التَّنْدِيرِ فِي الطَّرَفِ السُّفْلِيِّ لِلذِّرَاعِ. تَأَكَّدْ مِنْ سُهولةِ دَوْرَانِ الدِّسَارَيْنِ وَمِكَبَّتَيْهِمَا فِي نَفْسِ القِدَّةِ. ضَعْ قِدَّةَ الذِّرَاعِ الثَّانِيَةِ فِي مَكَانِهَا بِحَيْثُ يَدْخُلُ طَرَفَا الدِّسَارَيْنِ الْقَصِيرَيْنِ الْبُرُوزَ عَبْرَ نَفْثَيْهَا، ثُمَّ سَمِّرْهَا أَيْضًا فِي كُتْلَةِ القَاعِدَةِ. دَقْ دِسَارِي تَنْجِيدٍ قَصِيرَيْنِ فِي أَعْلَى طَرَفِي قِدَّتِي الذِّرَاعِ وَارْصِلْ كُلًّا مِنْهُمَا بِحَبِيطٍ إِلَى دِسَارٍ مُقَابِلٍ فِي مُؤَخَّرَةِ كُتْلَةِ القَاعِدَةِ. دَقْ قِدَّةَ خَشَبٍ رَفِيعَةً بِدِسَارَيْنِ عَلَى عَرْضِ بَكَرَةِ الحَبِيطِ الثَّانِيَةِ وَأَدْخِلْ دِسَارًا طَوِيلًا فِي طَرَفِ القِدَّةِ الْآخَرِ كَمَقْبِضٍ تَنْدِيرٍ. صَمِّغْ لَمَرَفَ الدِّسَارِ الْبَارِزَ الطَّوِيلَ وَأَدْخِلِ البَكَرَةَ فِيهِ.

لَفْ قَدْرًا كَافِيًا مِنَ الحَبِيطِ حَوْلَ المِكَبِّ السُّفْلِيِّ وَأَمْرِزْ طَرَفَ الحَبِيطِ فَوْقَ المِكَبِّ الْعُلَوِيِّ ثُمَّ عَلِّقْ مِنَ الحَبِيطِ خُطَافًا مِنَ السِّلْكِ. تَقِلِّ الحُطَافَ بِلَفِّ السِّلْكِ عِدَّةَ لَيَّاتٍ.

البكرات

إن المِرْفَاعَ الَّذِي صَنَعْتَهُ فِي الصَّفْحَةِ السَّابِقَةِ هُوَ طَبْعًا مِنَ الْأَلَاتِ لِأَنَّهُ يُبَسِّرُ الْقِيَامَ بِالْعَمَلِ . فَمِنْ السَّهْلِ تَدْوِيرُ الْمُقْبَضِ لِرَفْعِ الثَّقَلِ ، وَلَكِنَّكَ لَا تَحْصُلُ بِاسْتِخْدَامِهِ عَلَى «شَيْءٍ مِنْ لَأَشْيَاء» . عَلَيْكَ أَنْ تَدْوِرَ الْمِرْفَقَ كَثِيرًا لِتَرْفَعَ الثَّقَلَ مَسَافَةً قَصِيرَةً .

كَذَلِكَ يُبَسِّرُ الْمِرْفَاعُ رَفْعَ الثَّقَلِ بِطَرِيقَةٍ أُخْرَى . فَيُوجَدُ الْبَكْرَةُ فِي أَعْلَى ذِرَاعِ الْمِرْفَاعِ وَمُرُورِ حَبْلِ الرُّفْعِ فَوْقَهَا يَجْرِي الشَّدُّ إِلَى أَسْفَلٍ لِرَفْعِ الثَّقَلِ بِذَلِكَ الشَّدِّ إِلَى أَعْلَى ، وَالشَّدُّ إِلَى أَسْفَلٍ أَسْهَلُ .

فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ يَرْفَعُ الْوَلَدُ وَأُخْتُهُ كِلَاهُمَا سَطْلًا مِنَ التُّرَابِ ، وَتَبْدُو الْبِنْتُ مُتَضَافَةً مِنْ حَمْلِ السَّطْلِ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ . أَمَّا الْوَلَدُ فَيَسْتَخْدِمُ فِي رَفْعِ سَطْلِهِ بَكْرَةً مُثَبَّتَةً فِي عَمُودٍ عَلَوِيٍّ وَهُوَ يَرْفَعُ السَّطْلَ بَارْتِيَا حِ ظَاهِرٍ بِشَدِّ الْحَبْلِ الْمَارِّ فَوْقَ الْبَكْرَةِ . إِنَّهُ يَشُدُّ بِالْقُوَّةِ نَفْسَهَا الَّتِي تَشُدُّ بِهَا أُخْتُهُ ، لَكِنَّهُ يَجِدُ الشَّدَّ عَلَى الْحَبْلِ إِلَى أَسْفَلٍ سَهْلًا نِسْمًا تَسْتَصِيبُ أُخْتُهُ حَمْلَ السَّطْلِ بِالشَّدِّ عَلَى مُقْبَضِهِ إِلَى أَعْلَى .

وَلِلْسَبَبِ نَفْسِهِ تُسْتَخْدَمُ الْبَكَرَاتُ الْمُرْدَّةُ لِتَسْهِّلَ الرُّفْعَ بِتَغْيِيرِ اتِّجَاهِ الْقُوَّةِ الْمُؤَثَّرَةِ ، فَهِيَ تُسْتَخْدَمُ فِي الْمِرْفَاعِ الْحَقِيقِيِّ وَفِي وَرَشَاتِ الْبِنَاءِ وَأَعْمَالِ التَّفْرِيعِ وَالتَّخْزِينِ كَمَا تُسْتَخْدَمُ أحيانًا فِي تَحْرِيكِ سَنَائِرِ التَّوَافِقِ فِي الْمَنَازِلِ وَتَدْوِيرِ حِيَالِ نَشْرِ الْعَسِيلِ .

لَقَدْ اسْتُخْدِمَتِ الْبَكَرَاتُ مِنْذُ الْقَدَمِ عَلَى السُّفُنِ لِرَفْعِ الْأَشْرَعَةِ وَنَشْرِهَا وَمَا زَالَتْ تُسْتَخْدَمُ عَلَى الْمَرَائِبِ الْحَدِيثَةِ وَمَرَاغِمِهَا لِتَحْمِيلِ وَتَفْرِيعِ الْبَضَائِعِ مِنْ عَنَابِرِ السُّفُنِ وَإِلَيْهَا .



البَكَارَةُ (ذَاتُ الْبَكْرِ)

لَقَدْ نَبَّيْنَا فِيمَا سَبَقَ فَائِدَةَ الْبَكَرَةِ الْمُرَدَّةِ فِي تَيْسِيرِ رَفْعِ الْأَثْقَالِ، أَمَا إِذَا اسْتُخْدِمَتْ بَكْرَتَيْنِ (بَكَارَةُ مُرَدَّجَةٌ) فَإِنَّ الرُّفْعَ لَا يُصْبِحُ أَيْسَرَ فَحَسَبَ بَلْ يُسَمُّ بِشِدَّةٍ أَخْفَ أَيْضًا.

يُمْكِنُكَ صَنْعُ الْبَكَارَةِ الْمُرَدَّجَةِ مِنْ مَكْبَسِي خُيُوطٍ فَارِغِينَ عَالِيِي الْحَوَافِ وَقِطْعَتَي سِلْكٍ تَخِينِ قَابِلٍ لِلثَّلَاسِي طُولُ الْقِطْعَةِ حَوَالِ خَمْسَةِ وَعِشْرِينَ سَنْتِيْمَةً. ادْخُلِ السِّلْكَ فِي ثَقَبِ الْمَكْبَسِ وَأَتْبِعْهُ كَمَا فِي الصُّورَةِ جَاعِلًا الطَّرْفَ السَّائِبَ لِكُلِّ مِّنْهُمَا عَلَى شَكْلِ خُطَافٍ.

ثَبَّتْ إِحْدَى الْبَكْرَتَيْنِ فِي سَقْفِ بَوَانِيَةٍ أَوْ فِي عَارِضَةٍ خَشَبِيَّةٍ مُرْتَفِعَةٍ بِمِسَارٍ رَزْوَةٍ خُطَافِي. أَرَبِطْ خُيُوطًا مَّيْنًا فِي مِسَارِ رَزْوَةٍ مُجَاوِرٍ لِمِسَارِ تَغْلِيْقِ الْبَكَرَةِ ثُمَّ أَمْرِهُ حَوْلَ الْبَكْرَتَيْنِ - السُّفْلَى الَّتِي سَتَحْمِلُ الثَّقَلَ وَالْعُلْيَا الْمُثَبَّتَةَ فِي السَّقْفِ - كَمَا تَرَى فِي جَانِبِ الصُّورَةِ الْأَيْسَرِ. عَلِّقْ ثِقْلًا مُنَاسِبًا فِي خُطَافِ الْبَكَرَةِ السُّفْلَى.

عِنْدَمَا تَشُدُّ الْحَبِطَ لِرَفْعِ الثَّقَلِ الْمُعْلَقِ مِنَ الْبَكَرَةِ السُّفْلَى تَلَاخِظُ أَنَّ قُوَّةَ الشَّدِّ اللَّازِمَةَ لِرَفْعِهِ ثِقَلٌ كَثِيرٌ عَنْ وَزْنِهِ. وَالْوَاقِعُ أَنَّ الشَّدَّ فِي هَذِهِ الْحَالَةِ هُوَ حَوَالِ نِصْفِ وَزْنِ الثَّقَلِ الْمَرْفُوعِ. وَلَكِنَّكَ هُنَا أَيْضًا لَا تَحْصُلُ عَلَى «شَيْءٍ مِنْ لَاشَيْءٍ» فِلْكَالِ دَيْسِيْمَتَرٍ يَرْتَفِعُهُ الثَّقَلُ تَشُدُّ أَنْتَ بِالْقُوَّةِ الْأَخْفِ مَسَافَةً دَيْسِيْمَتَرَيْنِ لِحِجْرِ الْحَبِطِ عَبْرَ الْبَكْرَتَيْنِ.

وَسَتَسْتَطِيعُ اسْتِخْدَامَ عِدَّةٍ أَكْثَرَ مِنَ الْبَكَرَاتِ فِي ذَاتِ الْبَكْرِ، وَكَلَّمَا زَادَ عِنْدَ الْبَكَرَاتِ الْمُسْتَحْدَمَةِ ثِقَلُ قُوَّةَ الشَّدِّ اللَّازِمَةَ لِلْقِيَامِ بِالْعَمَلِ. فَنِي الْبَكَارَةُ الرَّبَاعِيَّةُ الْبَكَرَاتِ (إِلَى عَيْنِ الصُّورَةِ) تَخَفِضُ قُوَّةَ الشَّدِّ اللَّازِمَةَ لِرَفْعِ الثَّقَلِ إِلَى حَوَالِ رُبْعِ وَزْنِهِ فَقَطْ، لَكِنَّكَ تَحِجُّرُ الْحَبِطَ مَسَافَةً أَرْبَعَةَ دَيْسِيْمَتَرَاتٍ عَبْرَ الْبَكَرَاتِ لِكَيْ تَرْفَعُ الثَّقَلَ مَسَافَةً دَيْسِيْمَتَرٍ وَاحِدٍ.



المُسَنَّنَاتُ (التُّرُوسُ الْمُسَنَّنَةُ)

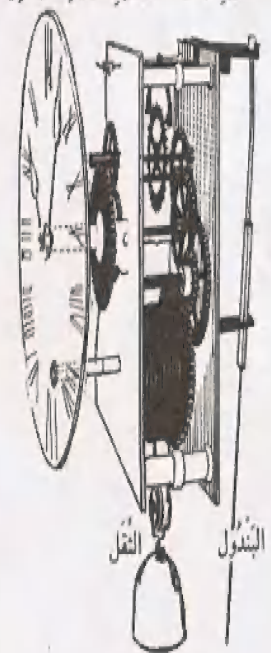
تَضُمُّ آلِيَةُ السَّاعَةِ مَجْمُوعَةٌ مِنَ الْمُسَنَّنَاتِ ، وَهِيَ تُرُوسُ مُسَنَّنَةِ الْحِفَافِ الْمُحِيطِيَّةُ تَسَابِكُ أَسْنَانُهَا بَعْضُهَا مَعَ بَعْضٍ . وَالتُّرُوسُ فِي آلِيَةِ السَّاعَةِ مُخْتَلِفَةٌ فِي الْأَحْجَامِ وَالْأَشْكَالِ وَهِيَ مُنَظَّمَةٌ بِحَيْثُ تَتَحَرَّكُ الْعُقَارِبُ الَّتِي تُدِيرُهَا بِسُرْعَاتٍ مُتَفَاوِتَةٍ . فَيَمِينًا يَدُورُ عَقْرَبُ السَّاعَةِ الْكَبِيرُ مَرَّةً كُلَّ سَاعَةٍ يَدُورُ الْعَقْرَبُ الصَّغِيرُ مَرَّةً كُلَّ اثْنَتَيْ عَشْرَةَ سَاعَةً .

إِذَا لَمْ يَتَوَافَرَ لَدَيْكَ شَيْءٌ مِنْ هَذِهِ التُّرُوسِ لِتَجَرِّبَ عَلَيْهَا اخْتِيَارًا لَكَ فَيُمْكِنُكَ صَنْعُ بَعْضِ مِثْلِهَا مِنَ الْعَلَبِ الْمُسْتَدِيرِ الْمُسَطَّحِ (كَعَلَبِ الْجُبْنِ مَثَلًا) وَالْوَرَقِ الْمَوْجِ . خُذْ عُلْبَتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْ الْحَجْمِ مِنَ الْعَلَبِ الْمُسَطَّحِ وَصَمِّغْ حَوْلَ مُحِيطَيْهِمَا شَرِيعَتَيْنِ مِنَ الْكَرْتُونِ الْمَوْجِ جَاعِلًا عَرْضَ الشَّرِيعَةِ الْكَرْتُونِيَّةِ مُسَاوِيًا لِعَرْضِ حَافَةِ الْعُلْبَةِ . انْقُبْ فِي سَطْحِ كُلِّ عُلْبَةٍ تَقْبًا فِي الْمَرْكَزِ تَمَامًا ثُمَّ بَثِّهِمَا بِمِسَارَيْنِ رَافِعَيْنِ فَوْقَ لَوْحٍ خَشَبِيٍّ بِحَيْثُ تَدُورَانِ بِحُرِّيَّةٍ وَأَسْنَانُهُمَا مُعْشَقَةٌ كَتُرْسِي آلَةٍ .

عُدَّ الْأَسْنَانُ فِي مُحِيطِ كُلِّ مِنْ تُرْسِي اللَّوْحِ وَعَلِّمِ السَّيِّئِ الْمُعْشَقَيْنِ بِخَطٍّ مُبِينٍ . دَوِّرِ التُّرْسَ الصَّغِيرَ دَوْرَةً كَامِلَةً ثُمَّ عُدَّ الْأَسْنَانُ الَّتِي دَارَهَا التُّرْسُ الْكَبِيرُ .

إِنَّ التُّرْسَ الْكَبِيرَ يَدُورُ طَبْعًا عِدَدًا مِنَ الْأَسْنَانِ مُسَاوِيًا لِمَا فِي مُحِيطِ التُّرْسِ الصَّغِيرِ مِنْهَا . فَلِكُلِّ دَوْرَةٍ كَامِلَةٍ يَدُورُهَا التُّرْسُ الْكَبِيرُ يَدُورُ التُّرْسُ الصَّغِيرُ عِدَّةً مَرَّاتٍ تَبَعًا لِلنَّسَبَةِ بَيْنَ عِدَدِ الْأَسْنَانِ فِي مُحِيطِ كُلِّ مِثْلٍ . كَذَلِكَ تَلَاظِمُ أَنَّ التُّرْسَيْنِ يَدُورَانِ فِي أَتْجَاهَيْنِ مُتَخَالِفَيْنِ ، وَهَذَا الْأَمْرُ يُسْتَفَادُ مِنْهُ فِي عَكْسِ حَرَكَةِ دَوْرَانِ الْآلَةِ .

أَضِفْ تُرْسًا ثَالِثًا إِلَى التُّرْسَيْنِ الْمُبْنَيْنِ فَوْقَ اللَّوْحِ الْخَشَبِيِّ وَأَعِدِ التَّدْوِيرَ . لَاحِظِ التَّغْيِيرَ فِي السَّرْعَةِ وَفِي أَتْجَاهِ الْحَرَكَةِ .



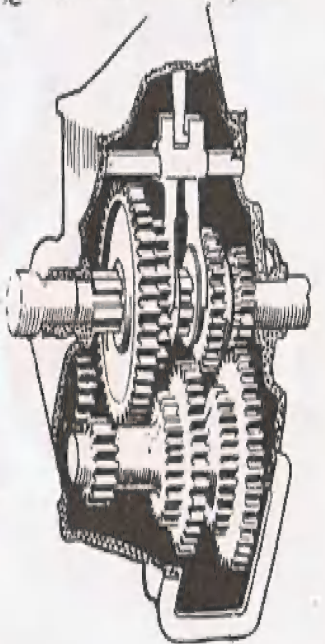
مجموعات التروس

تُؤدِّي مجموعات التروس المختلفة دوراً أساسياً في أنواع كثيرة من الآلات. ويتلخص عملها عادةً في جعل الأجزاء المختلفة من الآلة أو المكنة تدور بسرعات مختلفة أو تتحرك باتجاهات مختلفة. وعندما تشدُّ ذراع عكس الحركة في مكنة ذات مجموعة تروس فإنك تشقُّ مسنّات أخرى مع الترس الذي يدورهُ المحرك. وكذلك عند تغيير السرعة في السيارة فإننا نغيّر ترتيب التروس المعشقة في علبة تروس السرعة.

ولا تكون التروس بالضرورة متساوية دائماً لتتشقُّ أسنانها مباشرة، إذ يمكن الوصل بين أسنان ترسين بسلسلة ملائمة لنقل الحركة من واحد إلى الآخر. والتأثير هو نفسه من حيث تباين السرعتين كما لو كان الترسان معشقين مباشرة لكن اتجاه الدوران يبقى هو نفسه في الترسين الموصولين بسلسلة.

والمثل المألوف على ترسين موصولين بسلسلة لنقل الحركة هو في الدراجة. أقلب دراجتك رأساً على عقب ولا حظ كيف يعمل الترس الكبير الذي تدورهُ الدواستين على تدوير الترس الصغير، المثبت في العجلة الخلفية، بالسلسلة. الصيق قطعة ورق على إطار العجلة الخلفية وعدد الدورات التي تدورها تلك العجلة لدورة واحدة من الدواستين. إذا كانت دراجتك من النوع المتعدد السرعات فغير السرعة وعدد الدورات التي تدورها العجلة في كل مرة.

إنك تبذل القليل من الجهد حينما تدفع الدراجة يديك (وأنت تمشي بجانبها)، بينما تبذل جهداً أشدَّ على الدواستين لتسييرها. وهكذا فإن الدراجة تعمل وكأنها آلة تصعب العمل - وهذا غير مستغرب حين نتذكر أن الجهد الأشدَّ هو الشغل الذي ندفعه للسرعة الأكثر.



داخل علبة التروس

الْعَابُ الْحِفَّةُ بِالْحَرَكَةِ

ضَعُ وَرَقَةً لَبِيبَ قَدِيمَةٍ عَلَى فُوْهَةِ كَأْسٍ فَارْغَةٍ ثُمَّ ضَعُ فَوْقَهَا قِطْعَةً نَقْدٍ مَعْدِينَةٍ . انْقَرُ زَاوِيَةُ الْوَرَقَةِ مِنْ فَوْقِ الْكَأْسِ بِمِجْدَةٍ - فَتَطِيرُ الْوَرَقَةُ بَعِيدًا ، لَكِنْ قِطْعَةُ النَقْدِ تَبْقَى فِي مَكَانِهَا وَتَسْقُطُ فِي الْكَأْسِ . لِمَاذَا ؟

وَهَذَا لَعِبٌ أُخَرَى مِنَ الْقَبِيلِ نَفْسِهِ يَجْرِيهَا الْمُعَرِّفُونَ عَلَى الْمَسَارِحِ (وَلَا تَنْصَحُكَ بِتَجْرِئِهَا) إِذَا سَحَبَ الْوَاحِدُ مِنْهُمْ غِطَاءَ الْمُنْضَدَةِ بِنَخْعَةٍ مُفَاجِئَةٍ وَبَقِيَ الصُّحُونُ وَالْمَلَاعِقُ وَالشُّوْكَ وَالْكُؤُوسُ فِي أَمَاكِنِهَا . هَلْ تَدْرِي لِمَاذَا ؟

وَتَحْطُرُ بِالْبَالِ أَسْئَلَةٌ عَدِيدَةٌ . لِمَاذَا يَنْدَفِعُ رُكَّابُ الْحَافِلَةِ إِلَى الْخَلْفِ عِنْدَمَا تَنْطَلِقُ الْحَافِلَةُ فَجَاءَةً إِلَى الْأَمَامِ ؟ وَلِمَاذَا يَسْقُطُ الْجُنْدِيُّ فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ لِحُوْ مُقَدِّمَةِ الشَّاحِنَةِ عِنْدَ إِيقَافِهَا فَجَاءَةً ؟ وَلِمَاذَا يَسْقُطُ الْفَارِسُ مِنْ فَوْقِ رَأْسِ فَرَسِهِ عِنْدَمَا يَتَوَقَّفُ الْفَرَسُ فَجَاءَةً أَمَامَ حَاجِزٍ أَوْ بَسَاجٍ ؟

إِنَّ الْجَوَابَ الْوَحِيدَ لِكُلِّ هَذِهِ الْأَسْئَلَةِ هُوَ قُوَّةُ الْاسْتِمْرَارِ أَوْ مَا نُسَمِّيهِ أحيانًا بِالْعَطَالَةِ . وَقَدْ عَرَفَ السَّيْرُ إِسْحَاقُ نِيوتُنَ الْعَالِمُ الْبَرِيطَانِيُّ الْمَشْهُورُ الْعَطَالَةَ مِنْذُ حَوَالِي ثَلَاثِمِائَةِ عَامٍ فِي قَانُونِهِ الْأَوَّلِ لِلْحَرَكَةِ الَّذِي يَقُولُ فِيهِ : يَظَلُّ الْجِسْمُ فِي حَالَةِ سُكُونٍ أَوْ حَرَكَةٍ مُنْتَظِمَةٍ فِي خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ مَا لَمْ تُؤْثَرْ عَلَيْهِ قُوَّةٌ خَارِجِيَّةٌ .

فِي الْحَالَةِ الْأَوَّلَى كَانَتْ قِطْعَةُ النَقْدِ سَاكِتَةً ، وَلَمَّا انْقَرَتْ وَرَقَةُ اللَّعِبِ مِنْ تَحْتِهَا تَحَرَّكَتِ الْوَرَقَةُ وَظَلَّتْ قِطْعَةُ النَقْدِ سَاكِتَةً . وَفِي حَالَةِ الْجُنْدِيِّ الدُّمِيِّ وَالشَّاحِنَةِ كَانَ الْجُنْدِيُّ يَتَحَرَّكُ مَعَ الشَّاحِنَةِ ، فَلَمَّا أَوْقَفَتِ الشَّاحِنَةَ اسْتَمَرَ الْجُنْدِيُّ فِي حَرَكِهِ بِقُوَّةِ الْاسْتِمْرَارِ فَسَقَطَ عَلَى خَطِّ مُسْتَقِيمٍ فِي الْإِتْجَاهِ الَّذِي كَانَ يَتَحَرَّكُ فِيهِ .



لماذا سَقَطَتِ الثُّفَاحَةُ

يَحْكِي عَنْ السَّيْرِ إِسْحَاقَ نِيوتُنَ أَنَّهُ كَانَ مَرَّةً جَالِسًا تَحْتَ شَجَرَةٍ تَفَاحٍ فَسَقَطَتِ ثُفَاحَةٌ فَوْقَ رَأْسِهِ. وَلَوْ وَقَعَتْ هَذِهِ الْحَادِثَةُ لِشَخْصٍ آخَرَ فَلَعَلَّهُ كَانَ يَضْحَكُ وَيَأْكُلُ الثُّفَاحَةَ دُونَ إِعْطَاءِ الْأَمْرِ مَزِيدًا مِنَ التَّفَكُّيرِ. لَكِنْ نِيوتُنَ الْعَالِمَ أَخَذَ تَسَاءَلُ: لِمَاذَا سَقَطَتِ الثُّفَاحَةُ؟ وَالْبَعْضُ قَدْ يَجِدُونَ مِثْلَ هَذَا السُّؤَالِ سَخِيفًا لِأَنَّهُ سَقُوطُ الْأَشْيَاءِ هُوَ أَمْرٌ طَبِيعِي عَادِي. لَكِنْ لِمَاذَا تَسْقُطُ الْأَشْيَاءُ؟

بَعْدَ تَفَكُّيرٍ عَمِيقٍ تَوَصَّلَ نِيوتُنَ إِلَى اسْتِنْتِاجٍ مُلَخَّصُهُ أَنَّ الثُّفَاحَةَ سَقَطَتْ نَتِيجَةً لِشِدَّةِ الْأَرْضِ لَهَا أَيُّ لَأَنَّ الْأَرْضَ جَذَبَتْهَا - وَقُوَّةُ الشَّدِّ هَذِهِ هِيَ جَاذِبِيَّةُ الْأَرْضِ.

إِنَّ جَاذِبِيَّةَ الْأَرْضِ هِيَ الَّتِي تَسْطُرُنَا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا تَسْطُرُ كُلُّ شَيْءٍ عَلَيْهَا. وَهَذِهِ الْجَاذِبِيَّةُ شَبِيهَةٌ نَوْعًا بِجَاذِبِيَّةِ الْمَغْنَطِيسِ لِمَسَارٍ حَدِيدِيٍّ. فَعِنْدَمَا تَقْرُبُ أَنْتَ إِلَى أَعْلَى فَإِنَّ جَذَبَ الْأَرْضِ لَكَ هُوَ الَّذِي يَشُدُّكَ إِلَى أَسْفَلِ.

وَيْسَا يَلِ نُورِدُ لَكَ تَحْرِيكَيْنِ لِيَبَانَ كَيْفِيَّةُ تَأْثِيرِ جَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِ عَلَى سُلُوكِ الْأَجْسَامِ السَّاقِطَةِ. اسْقِطْ طَابَةَ كَرِيكِتِ وَكُلَّةَ زُجَاجِيَّةٍ مِنَ الْأَرْتِفَاعِ نَفْسِهِ فِي الْوَقْتِ نَفْسِهِ وَلاَحِظْ كَيْفَ أَتَاهُمَا تَبَلُّغَانِ الْأَرْضَ مَعًا.

ضَعْ مِسْطَرَةً عَلَى صَفْحَتِهَا الْعَرِيضَةِ قَرِيبًا مِنْ قُرْنَةِ الطَّاوِلَةِ وَطَرَفُهَا بَارِزٌ قَلِيلًا. ضَعْ قِطْعَةً مَعْدِنِيَّةً عَلَى طَرَفِ الْمِسْطَرَةِ الْبَارِزِ وَقِطْعَةً أُخْرَى بَيْنَ الْمِسْطَرَةِ وَحَافَةِ الطَّاوِلَةِ كَمَا فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ. انْقُرِ الْمِسْطَرَةُ بِجِدَّةٍ فَتَسْقُطُ الْقِطْعَةُ الْمَعْدِنِيَّةُ الَّتِي عَلَى طَرَفِ الْمِسْطَرَةِ عَمُودِيًّا بِقُوَّةِ الْأَسْتِمْرَارِ، يَنْبَغِي تَسْقُطُ الْأُخْرَى، فِي مَسَارٍ قَوْسِيٍّ يَدْفَعُ الْمِسْطَرَةَ، بَعِيدًا عَنِ الطَّاوِلَةِ. لَقَدْ بَدَأَتْ الْقِطْعَتَانِ سُقُوطَهُمَا مَعًا وَالْغَرِيبُ أَنَّهُمَا فِي هَذِهِ الْحَالَةِ أَيْضًا تَبَلُّغَانِ الْأَرْضَ فِي اللَّحْظَةِ نَفْسِيهَا مَعَ أَنْ إِحْدَاهُمَا قَطَعَتْ مَسَافَةً أَطْوَلَ.



البندول (الرقاص)

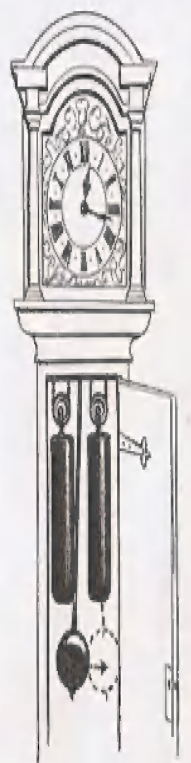
إذا واثاك حظٌ وزرتَ متحفَ العلومِ في لندنَ فإنك ستسرى إلى الجهة اليسرى من دهليزِ المدخلِ الرئيسيِّ البندولَ الشهيرَ فيه - وهو عبارة عن كُرّةٍ ضخمةٍ، معلقةٍ بسلكٍ طويلٍ من سقفِ المبنى العالي، تتأرجحُ ببطءٍ ذهابًا وإيابًا، وإلى جانبِ البندولِ الضخمِ تَمثالُ رجلٍ يمسكُ ببندولٍ في يده - ذلك هو تمثالُ العالمِ الإيطاليِّ غاليليو .

لقد كان غاليليو أولَ من اكتشفَ قوانينَ البندولِ، فوجد أن زمنَ الذبذبةِ الكاملةِ للبندولِ ثابتٌ ما دام طوله ثابتًا (طال قوسُ الذبذبةِ أم قصرَ). أما إذا قصرَ طولَ البندولِ فإنه يتأرجحُ بسرعةٍ أكثرَ .

اربطُ جسمًا ثقيلًا بحيطٍ من طولٍ مناسبٍ وعَلقهُ عاليًا حتى يتسنى للثقلِ المعلقِ التأرجحُ بحريةٍ . أرجحِ البندولَ وراقبِ عقاربَ الساعةِ لتعدَّ الذبذباتِ الكاملةِ التي يتأرجحها البندولُ في دقيقةٍ من الزمنِ . قصرَ طولَ البندولِ إلى النصفِ وأعدَّ عددَ الذبذباتِ في الدقيقةِ . ستلاحظُ أنه كلما قصرَ البندولُ ازدادَ تردُّدهُ - أي ازدادَ عددُ الذبذباتِ التي يتأرجحها في وحدةِ الزمنِ .

ولقد أدى اكتشافُ غاليليو لثباتِ زمنِ الذبذبةِ في البندولِ إلى استخدامِ البندولِ في صنعِ الساعاتِ الدقيقةِ للمرةِ الأولى في تاريخِ قياسِ الوقتِ . إن ساعاتِ الأبراجِ الكبيرةِ والساعاتِ الجداريةِ المعلقةِ بينها وذاتِ الخزائِنِ تحتوي كلها على بندولاتٍ . انظرُ داخلَ ساعةٍ جداريةٍ معلقةٍ أو خزائنيةٍ لتسرى البندولُ فيها .

علقُ بندولينِ متساويي الطولِ ومتساويي الثقلِ من خيطٍ غيرِ مشدودٍ . أرجحِ أحدَ البندولينِ كما ترى في الصورةِ وراقبِ الاستجابةَ المذهشةَ لذلك في البندولِ الآخرِ .



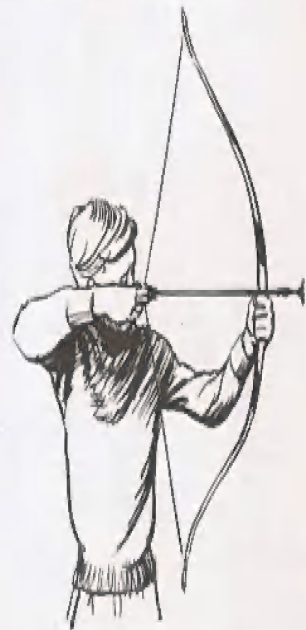
المرونة والنايـض (الزنبرك)

أسقط طابـةً من المطاط على أرض مبطنة أو مرصوفة من ارتفاع الكيف ولاحظ الارتفاع الذي ترتد إليه بعد اصطدامها بالأرض . أعد التجربة مسقطاً من علو نفسه كرة من الزجاج وكرة تحمل فولاذية وكرة من البلاستيك . إن كلًا من الكرة الزجاجية وكرة الفولاذ سترتدان بقوة ، ولعلهما ترتفعان إلى علو يفوق العلو الذي ارتدت إليه الكرة المطاطية . أما كرة البلاستيك فإنها تترق في الأرض ولا ترتد .

إذا ثبتت مساحة من المطاط وسيتنها فإنها تقفز مرتدة إلى وضعها الأصلي ، ونحن نصف مثل هذه الأجسام بأنها مرنة . والجسم الأكثر مرونة هو الذي يرتد بسرعة أشد ؛ وهكذا يكون الزجاج والفولاذ أشد مرونة من المطاط كما تبين من إسقاط الكرات المختلفة . أما البلاستيك فإنه عديم المرونة .

عندما يضطرم الجسم المرن بالأرض يتفعل شكله بتأثير الصدمة (بسرعة يصعب معها تبين ذلك) ، ولكنه يندفع مرتداً عن الأرض ويستعيد شكله الأصلي .

وهذه هي الخاصة المطبقة في النايـض (الزنبرك) الذي تفسر تسميته بالنايـض سلوكه المعروف . ويصنع النايـض بحيث إنه إذا ضغط أو سحب أو لوى حاول استعادة شكله الأصلي عند زوال المؤثر . والقوس هي نوع من النوايـض . كذلك تستخدم النوايـض في مختلف أنواع المكسات والمحركات والساعات وغيرها . حاول أن تعد النوايـض الموجودة في مختلف أجزاء دراجتك .



الدَّوَامَةُ والجيروسكوب

حينما نَبرُم الدَّوَامَةَ بِسُرْعَةٍ فَإِنَّهَا تَبْدُو وَكَأَنَّ قُوَّةَ غَرِيَّةٍ تَتَحَكَّمُ بِهَا . جَرَّبَ ذَلِكَ وَلاَحِظْهُ بِنَفْسِكَ . الْمِسْرَ الدَّوَامَةُ بِإصْبَعِكَ وَهِيَ تَبْرُمُ بِسُرْعَةٍ . إِنَّهَا تَتَحَرَّكُ وَلَكِنَّهَا لَا تَتَحَرَّكُ فِي الْاِتِّجَاهِ الَّذِي تُرِيدُهُ أَنْتَ .

وهذا السُّلُوكُ الغَرِيبُ يَبْدُو بِوُضُوحٍ أَكْثَرَ فِي عَجَلَةٍ (أَوْ دُولَابٍ) دَرَّاجَةٍ . وَتَرَى فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ وَلَدًا يَحْمِلُ عَجَلَةَ دَرَّاجَةٍ تَدُورُ بِسُرْعَةٍ وَهُوَ مُسْبِكٌ بِمَحْوَرِ دَوْرَانِهَا . إِنَّهُ يَجِدُ مَقَاوِمَهُ مِنَ الْعَجَلَةِ الدَّاخِلَةِ حِينَما يَحَاوِلُ تَغْيِيرَ اِتِّجَاحِهَا . لَقَدْ أَهْتَمَّ الْعُلَمَاءُ بِهَذِهِ الظَّاهِرَةِ الْغَرِيبَةِ لِلْأَجْسَامِ الْمَدْوَمَةِ لِأَنَّ الْعَالِمَ بِطَبِيعَةِ الْحَالِ يَهْتَمُّ بِخَوَاصِرِ الْأَشْيَاءِ وَسُلُوكِهَا . وَقَدْ تَبَيَّنَ بِالْوَاقِعِ وَالْاِخْتِيَارِ أَنَّ مَحْوَرَ الْجِسْمِ الْمَدْوَمِ يَحْفَظُ بِاتِّجَاحِهِ دَائِمًا .

وَتَحْضَعُ الْأَرْضُ نَفْسَهَا لِهَذَا الْقَانُونِ الطَّبِيعِيِّ - فَهِيَ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا بِسُرْعَةٍ كَدَّوَامَةٍ ضَخْمَةٍ مَرَّةً كُلَّ أَرْبَعٍ وَعِشْرِينَ سَاعَةً ، وَتَحْفَظُ بِمَحْوَرِ دَوْرَانِهَا الْحَيَالِي دَوْمًا فِي اِتِّجَاحِهِ ثَابِتٍ نَحْوَ النُّجْمِ الْقُطْبِيِّ .

إِنَّ الْجَيْرُوسْكُوبَ الَّذِي يَبْدُو مَدْوَمًا فَوْقَ قَاعِدَتِهِ فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ هُوَ فِي الْحَقِيقَةِ دَوَامَةٌ مِنْ نَوْعٍ خَاصٍّ مُحَاطَةٌ بِإِطَارٍ فُولَادِيٍّ يَرْتَكِزُ بِمَحْوَرِهَا عَلَيْهِ . وَبِاسْتِطَاعَةِ الْجَيْرُوسْكُوبِ التَّدْوِمَ لِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ فِي أَيِّ وَضْعٍ ، وَهَذَا هُوَ بِرُّ عَمَلِ الْبُوصَلَةِ الْجَيْرُوسْكُوبِيَّةِ فِي السُّفُنِ وَالطَّائِرَاتِ . فَهِيَ يَتَدَوِّسُ بِهَا الْمُسْتَعِمُّ تَبْقَى بِمَحْوَرِهَا دَائِمًا فِي الْاِتِّجَاحِ نَفْسِهِ وَبِذَلِكَ يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَهَا كَبَدِيلٍ لِلْبُوصَلَةِ .



الرَّكْضُ وَالْقَفْزُ وَالْقَذْفُ

عِنْدَمَا تَحْشِي أَوْ تَرْكُضُ فَإِنْ جَسَمَكَ يَعْمَلُ كَالآلَةِ . إِنَّكَ تَدْفَعُ نَفْسَكَ بِدْفَعِ الْأَرْضِ بِقَدَمَيْكَ فَتَحْشِي أَوْ تَرْكُضُ ؛ وَالْإِحْتِكَالُ بَيْنَ قَدَمَيْكَ وَالْأَرْضِ هُوَ الَّذِي يُحْكَمُكَ مِنَ التَّحَرُّكِ فِي الْأَتِّجَاءِ الْمَقْصُودِ . حَافِلُ أَنْ تَرْكُضَ عَلَى الْجِلِيدِ الزَّلِقِ وَسَتَرَى أَهْمِيَّةَ هَذَا الْإِحْتِكَالِ وَضُرُورَتَهُ فِي حَيَاتِنَا الْيَوْمِيَّةِ .

وَالْمَعْرُوفُ أَنَّ الرِّبَاضِيْنَ الْعَدَائِيْنَ يَنْتَعِلُونَ أَحْذِيَّةَ ذَاتِ تَوَاتٍ مِسَارِيَّةٍ لِتُسَيِّرَهُمْ عَلَى الرَّكْضِ السَّرِيعِ ، كَذَلِكَ تَلَاظِظُ مِثْلَ هَذِهِ التَّوَاتِ الْمِسَارِيَّةِ فِي الْأَحْذِيَّةِ الَّتِي يَنْتَعِلُهَا لِأَعْيُورِ كُرَةِ الْقَدَمِ لِتَمْنَعُ أَنْزِلَاقَهُمْ عَلَى الْأَرْضِ اللَّسِيَّةِ .

وَحِينَمَا تُرِيدُ الْقَفْزَ فَإِنَّكَ تَدْفَعُ نَفْسَكَ بَعِيدًا عَنِ الْأَرْضِ ، وَإِذَا أَرَدْتَ الْقَفْزَ مَسَافَةً طَوِيلَةً فَعَلَيْكَ بِأَمْرَيْنِ - أَوَّلُهُمَا الرَّكْضُ بِالسَّرْعَةِ الْقُصْوَى قَبْلَ الْقَفْزِ وَثَانِيَهُمَا أَنْ تَقْفِزَ إِلَى أَقْصَى عُلُوٍّ تَسْتَطِيعُهُ . فَا سَبَبُ ذَلِكَ ؟

إِنَّ الْقَفْزَ إِلَى الْعُلُوِّ الْأَقْصَى يُبْقِيكَ فِي الْهَوَاءِ مَدَّةً أَطْوَلَ قَبْلَ أَنْ تَشُدَّكَ جاذِبَةُ الْأَرْضِ وَتُعِيدَكَ إِلَى الْأَرْضِ ثَانِيَةً ، وَكُلَّمَا كَانَتْ سُرْعَةُ انْطِلَاقِكَ أَشَدَّ فِي فَتْرَةِ الْقَفْزِ هَذِهِ زَادَتْ الْمَسَافَةُ الَّتِي تَقْطَعُهَا فِي أَثْنَائِهَا . وَلَعَلَّهُ يُفِيدُكَ فِي أَثْنَاءِ تَدْرِبِكَ عَلَى الْقَفْزِ الْعَرِضِ أَنْ تَرْكُضَ قَضِيًّا رَفِيعًا فَوْقَ سِنَادَتَيْنِ وَتَقْفِزَ مِنْ فَوْقِهِ ، وَتَسْتَدْهَشُ لِطَوْلِ الْوُثْبَةِ الَّتِي سَتَمُكِّنُ مِنْ قَفْزِهَا .

إِذَا قَذَفْتَ طَابَةً بِأَتِّجَاءِ عَمُودِي فَإِنَّهَا لَا تَقْطَعُ أَيَّ مَسَافَةٍ أَفْقِيًّا ، وَإِذَا قَذَفْتَهَا أَفْقِيًّا فَإِنَّهَا سَرْعَانِ مَا تَسْقُطُ إِلَى الْأَرْضِ . أَمَّا إِذَا أَرَدْتَ قَذْفَ الْكُرَةِ إِلَى الْمَدَى الْأَقْصَى الْأَقْصَى فَعَلَيْكَ أَنْ تُصَوِّبَهَا فِي أَتِّجَاءِ وَسْطَرَيْنِ الْعَمُودِيَّ وَالْأَقْصَى . إِذَنْ لِقَطْعِ الْمَسَافَةِ الْقُصْوَى يَجِبُ أَنْ يَتَوَفَّرَ لِلْجَسْمِ الْمَقْدُوفِ سُرْعَةٌ وَعُلُوٌّ سَوَاءٌ كَانَ الْجَسْمُ الْمَقْدُوفُ طَابَتَكَ أَوْ جَسَمَكَ .



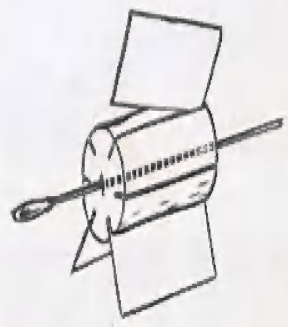
آلات تدوير آلات

استخدم الإنسان الأول آلات كالعجلة (الرافعة) والدولاب لتسهيل أعماله، ولكن تلك الآلات ظلت تستمد طاقتها المحركة من قوة عضلاته. ثم عنت له فكرة أفضل حين ابتدأ يستخير الحيوانات للقيام بأعمال الحمل والنقل والحفر. فكان من الأسهل عليه طبعاً حث الأرض مستخدماً حصاناً أو ثوراً لجر محراثه بدل أن يدفعه بنفسه.

وكان طحن الحبوب لتبتيه طعامه من المهام التي ظل يمارسها الإنسان منذ أقدم العصور، أحياناً بالهرس أو الدق وأحياناً بالجرش أو الطحن بين حجري الرخى. ثم استخدمت الحيوانات لتدوير الطواحين بعد أن توصل الإنسان إلى ابتكار نوع من السنان الخشبية البدائية لنقل الحركة.

وجاءت الخطوة المهمة في مراحل تطوير الآلة حين فكر الإنسان باستخدام طاقة الماء الجاري أو الساقط لتدوير طاحونه. وتحقق ذلك باستخدام دولاب ذي أرياش بدوارة الماء وبمجموعة من السنان البسيطة التركيب تنقل حركة الدولاب الناعوري لتدوير حجر الطاحون. وهكذا عملت آلة هي الدولاب على تدوير آلة أخرى هي حجر الرخى.

بإمكانك صنع نموذج بسيط لدولاب ناعوري من قطعة فلين أسطوانية وبعض الورق المقوى (الكرتون). أقطع ستة ألغام أو شقوق عمودية على مسافات منتظمة من محيط الفلينة وأدخل في هذه الشقوق شرائح مستطيلة الشكل من الكرتون. اغرز في مركز الفلينة الأسطوانية إبرة رفيعة طويلة كمحور لدورانها. ركب الفلينة ومحور دورانها على حامل سلكي ذي عروتين ومقبض كما في الشكل. لوث الكرتون بالفازلين لجعله صامداً للماء. عرض ناعورتك لتتارخ خفيف من ماء الصنبور فوق حوض الغسلة فتدور الناعورة بطاقة الماء الساقط فوق أرياشها.



الآلة البخارية

تَحْتَاجُ كُلُّ آلَةٍ إِلَى طَاقَةٍ لِتَسْغِيْلِهَا، فَالْطَّاقَةُ تَدُورُ بِقُدْرَةِ الْمَاءِ الْجَارِي، وَالسَّفِينَةُ
السَّرَاعِيَةُ أَوْ الطَّاقُوْنَةُ الْهَوَائِيَّةُ تَسِيرُ بِاسْتِخْدَامِ قُدْرَةِ الرِّيحِ. فَكَيْفَ الْخِيَاطَةُ مَثَلًا
لَا تَعْمَلُ مَا لَمْ تُغْذَّ بِالطَّاقَةِ - كَأَنْ يُدَارَ مِقْبَضُهَا يَدَوِيًّا أَوْ أَنْ تُشغَّلَ آلَةٌ أُخْرَى.

أما الآلة البخارية التي تَرى نَمُودَجًا لها مَعَ الْوَلَدَيْنِ فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ فَتَعْمَلُ بِالطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ. فَلَمَقِدِ الْكُحُولِ يُغْلِي الْمَاءَ فِي الْمِرْجَلِ لِتَوَلِيدِ الْبُخَارِ وَيَنْدِعُ الْبُخَارُ بِالضَّغْطِ النَّاتِجِ فِي أَنْبِيَبٍ خَاصَّةٍ إِلَى الْأُسْطُوَانَةِ لِيدْفَعَ الْمَكْبَسَ وَالْمَكْبَسُ يَحْرِّكُ ذِرَاعَ التَّدْوِيرِ وَهَذَا يَدَوِّرُ الْحَذَافَةَ (دَوْلَابَ تَنْظِيمِ الْحَرَكَةِ). وَهَكَذَا تَعْمَلُ الْآلَةُ بِالطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي تَوَلِيدِ الْبُخَارِ.

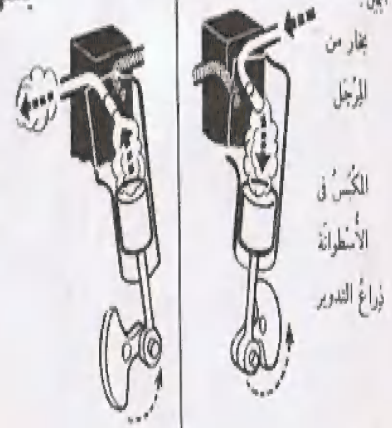
لَقَدْ وَضَعَ آخِرَ أَعْيُنِ الْآلَةِ الْبُخَارِيَّةِ مِنْذُ حَوَالِي مِائَتَيْنِ وَخَمْسِينَ عَامًا فِي تَصَرُّفِ الْإِنْسَانِ آلَةَ جَدِيدَةً عَجِيبَةً. كَانَتْ أَقْوَى مِنَ الْحِصَانِ، لَا تَتْعَبُ وَلَا تَنَامُ، وَغِذَاؤُهَا الْفَحْمُ بِدَلَالٍ مِنَ الشَّعِيرِ وَالشُّوفَانِ. وَصَارَتْ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكَاتِ الْبُخَارِيَّةِ تَقَاسُ بِقُدْرَةِ الْحِصَانِ، فَالْمُحَرِّكُ الَّذِي يَسْتَطِيعُ الْقِيَامَ بِعَمَلِ عَشْرَةِ مِنَ الْخَيْلِ هُوَ ذُو قُدْرَةِ عَشْرَةِ أَحْصَانَةٍ.

وَيُعْتَبَرُ اخْتِرَاعُ آلَةِ الْبُخَارِيَّةِ مِنْ الْأَحْدَاثِ الْعُظْمَى فِي التَّارِيخِ ، فَقَدْ تَسَى بِهَا قِيَامُ الصَّانِعِ لِلْإِنْتِاجِ السَّرِيعِ وَالرَّخِيسِ ، وَاسْتُخْدِمَتْ كَذَلِكَ فِي تَسْيِيرِ السُّفُنِ

شَوِّطُ الْهَيُوطِ . يَنْدِفِعُ الْبَخَارُ مِنْ
الْمَرْجُلِ إِلَى الْأَسْطُوَانَةِ غَيْرِ
الْأَنْيَابِ الْمَوْصَلَةِ فَيَضْطَرُّ
الْمَكْسِيُّ إِلَى اسْتَنْقِلِ وَيَذِيرُ ذِرَاعَ
التَّدْوِيرِ وَيُجِلُّ الْأَسْطُوَانَةَ إِلَى
الْبَهِينِ .

شَوِّطُ الصُّعُودِ . يَبْزُقُ الْمَكْسِيُّ
وَالْقِطَارَاتِ لِنَقْلِ الرُّكَّابِ وَالْبَضَائِعِ بِسُرْعَةٍ .
الصَّاعِدُ الْبَخَارُ السَّغَمُ .
لَقَدْ تَغَيَّرَ نَمَطُ الْحَيَاةِ وَأَسَالِيهَا نَتِيجَةُ لِهَذَا
السَّابِقِ اسْتَعْدَادًا لَتَلْقَى تَرْبِيَةِ الْاِخْتِرَاعِ ، وَهَذَا التَّغْيِيرُ الْحَيَاتِيُّ الْجَارِ هُوَ مَا
مِنْ الْبَخَارِ الْمُنْدَفِعِ .. وَهَكَذَا ...

يُسَمَّى فِي كُتُبِ التَّارِيخِ بِالشُّوْرَةِ الصَّنَاعِيَّةِ .



مَحْرَكُ الْاِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيّ

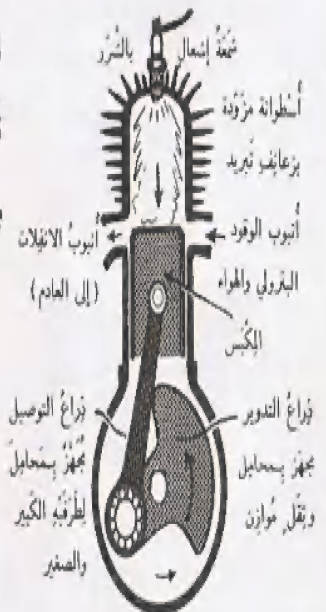
لَقَدْ أُخْتَرِعَ الآلَةُ الْبُخَارِيَّةُ انْقِلَابًا فِي أُسَالِيبِ الْمَعِيشَةِ . ثُمَّ تَلَاهُ اخْتِرَاعُ آخَرٍ لَا يَبْقَى أَهَمِّيَّةٌ عَنْهُ هُوَ اخْتِرَاعُ مَحْرَكِ الْاِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيّ - وَهُوَ مَحْرَكٌ يُحَرِّقُ وَقُودَهُ فِي دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَةِ أَيْ إِنَّهُ دَاخِلِي الْاِحْتِرَاقِ .

وَنَذْكُرُ بِالنَّاسِبَةِ أَنَّ الآلَةَ الْبُخَارِيَّةَ تَسْتَهْلِكُ الْقَحْمَ أَوْ الْبَتْرُولَ لِتُولِدَ الْبَخَارَ الَّذِي يُضْغَطُ إِلَى الْأُسْطُوَانَةِ لِتَحْرِيكِ الْمَكْبَسِ . فَالْاِحْتِرَاقُ يَجْرِي هُنَا خَارِجَ الْأُسْطُوَانَةِ بِخِلَافِ الْحَالِ فِي الْمَحْرَكِ الدَّاخِلِيّ الْاِحْتِرَاقُ حَيْثُ يُعْرَجُ الْوَقُودُ الْبَتْرُولُ بِالْهَوَاءِ ثُمَّ يُخَفَّفُ الْمَرْجِعُ أَوْ يُدْرَأُ إِلَى دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَةِ وَهُنَاكَ يُفَجَّرُ الْمَرْجِعُ بِشَرَارَةٍ وَيَذْفَعُ الْمَكْبَسُ .

هَذَا النُّوعُ مِنَ الْمَحْرَكَاتِ هُوَ الَّذِي يُسْتَخْدَمُ فِي تَسْيِيرِ السَّيَّارَاتِ وَالْحَافِلَاتِ وَالشَّاحِنَاتِ وَالذَّرَاجَاتِ النَّارِيَّةِ . وَقَدْ أَنْهَى اسْتِخْدَامُهُ عَهْدًا طَوِيلًا كَانَ الْحِصَانُ فِيهِ هُوَ وَسِيلَةُ الْحَرْبِ وَالنَّقْلِ الْمُنْتَلَى . أَمَّا وَقُودُ هَذَا النُّوعِ مِنَ الْمَحْرَكَاتِ فَهُوَ الْبَتْرُولُ أَوْ الْبَنْزِينَ .

وَاخْتِرَاعُ الْمَحْرَكِ الدَّاخِلِيّ الْاِحْتِرَاقِ مَهْدٌ لِاخْتِرَاعِ الطَّائِرَةِ . فَالآلَةُ الْبُخَارِيَّةُ بَقِيَ ثِقِيلَةً جِدًّا كَمَحْرَكِ طَائِرَةٍ مَهْمًا تَفَنَّنَا فِي صُنْعِهَا . وَفِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ جُهِّزَتِ الطَّائِرَةُ الدُّعِيَّةُ بِمَحْرَكٍ صَغِيرٍ دَاخِلِيّ الْاِحْتِرَاقِ لِتُدَوِّرَ مِرْوَحَتِهَا .

لَقَدْ زُوِّدَ مَحْرَكُ الْاِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيّ الطَّائِرَةَ بِمَا هِيَ فِي أَمْسٍ الْحَاجَّةِ إِلَيْهِ - مُؤَلِّدٌ قُدْرَةً خَفِيفَ الْوِزْنِ وَعَالِي الْكِفَاءَةِ لِتُدَوِّرَ مِرْوَحَتِهَا وَتُمْكِنَ مِنْهَا الطَّيْرَانِ .



يحاول الإنسان دائماً تحسين الآلات التي يستخدمها وأحياناً يعود إلى فكرة قديمة فيطورها ويستخدمها بأسلوب جديد. في الوقت الذي كانت تستخر فيه الطاقة البخارية لتوليد القدرة خطر لأحدهم استخدام البخار لتشغيل عنفة توربينية شبيهة بالدولاب الناعوري. وقد تبين أنه من الممكن إدارة دولاب ذي أرياس بتسليط منفث بخاري عليه وأدى ذلك إلى اختراع التوربين البخاري.

وترى في الصورة المقابلة شكلاً بدائياً من أشكال التوربين البخاري. لقد استخدم الصبسي الدولاب الناعوري، الذي صنعت مثله (صفحة ٤٠)، ليعمل كتوربين. لاحظ كيف يسحب الدولاب أمام نافورة البخار المندفعة من بليلة الإبريق في اتجاه بعيد عنه، وكيف استخدم طاقة النافورة البخارية في تدوير الدولاب الرئيس.

إن التوربين البخاري الحقيقي يختلف جداً بطبيعة الحال عن هذا الدولاب. فهو يتألف من مئات الأرياس المثبتة على جذع أسطواني محصور تماماً في غلاف مقفل. ويستخدم التوربين في تسير السفن وإدارة المولدات في محطات توليد القدرة الكهربائية وهو ممتاز بدوران سلس منتظم وقدرة عالية.

في التوربين الغازي تدار الأرياس بعنافت من الغازات الساخنة المتولدة من أخترق أنواع خاصة من الوقود. وهناك نوع من التوربينات يشغل بالطاقة المائية، وهو يستخدم عادة حيث تتوفر الطاقة المائية الرخيصة.

في مناطق مساقط المياه أو حيث يمكن بناء السدود لحصر مياه الأنهر والبحيرات تستخدم التوربينات المائية الضخمة لإدارة المولدات الكهربائية، ومثل هذه المحطات

توليد الطاقة الكهربائية هي قيد الإنشاء حالياً في شتى أنحاء العالم وبخاصة في المناطق الجبلية.



المحركات الكهربائية والمحركات النفاثة

نُستخدَم الطاقة الكهربائية لِتَغذية المحركات الكهربائية. فالطاقة الكهربائية تُدَوِّرُ المحركَ والمحركُ يَزِيدُنَا بالقُدرة لِحاجَاتِنَا اليَومِيَّة. ومجالاتُ استِخدامِ القُدرةِ الكهربائيَّة لا حَصْرَ لها فقد تُديرُ مَكَّةَ جَلاجةٍ أو تُشغِّلُ مَكْسَةَ كهربائيَّة أو تُسيرُ قِطارَ رِكاب. وقد يَكُونُ مُصدِرُ الطاقةِ الكهربائيَّة مُولِّداتٍ في مَحطة توليدِ القُدرة كما هي الحالُ حينما نَقِسُ المَكْسَةَ الكهربائيَّة في مَأخذِ التِّيارِ في العُرْفَةِ أو حينما يَسِيرُ قِطارٌ على خَطِّ حديدِيٍّ مُكهرب. وتَحملُ السَّيَّارةُ مَوَلِّداً خاصاً (هُوَ الدِّينامو) يَزِيدُها بالطاقةِ الكهربائيَّة الَّتِي نَحْتَاجُها. وقد يَكُونُ مُصدِرُ الطاقةِ بِطاريَّاتٍ تُخزِّنُ فيها تلكَ الطاقةِ بِسُهُولَةٍ لِحِينَ اسْتِعمالِها.

نَحْنُ نعيشُ اليَومَ فيما يُسمَوْنَ أحياناً «عَصْرُ النِّفَّاتِ» نِسبَةً إلى اختِراعِ المحركِ النِّفَّاتِ. فالطَّائِراتُ ذاتُ المحركاتِ النِّفَّاتِ تَطِيرُ بِسرعاتٍ تُفوقُ كَثِيراً سرعاتِ الطَّائِراتِ ذاتِ المَراوِجِ الَّتِي تُشغِّلُها المحركاتُ ذاتُ المَكابِسِ. ويَتَلَخَّصُ عَمَلُ المحركِ النِّفَّاتِ بِإِخراجِ مِزِيجٍ مِنَ الكَيروسينِ والهَواءِ لِتوليدِ غازاتٍ ساخنةٍ عالِيَةِ الضَّغْطِ؛ وبانْدِفاعِ هَذهِ الغازاتِ مِنْ مِنبَهِ في مُؤخَّرَةِ المحركِ بِتأثيرِ الضَّغْطِ العالِيِ عَمَلُ رَدَّةِ الفِعْلِ النَّاتِجَةِ على دَفْعِ المحركِ أَماماً.

وبإمكانكَ إِجراءَ تَجَرُّبَةٍ لِتَتَبَّنَ بِسَاطَةِ طَريقَةٍ عَمَلُ المحركِ النِّفَّاتِ. انْفُخْ بِالوِثَامِ أَطْلُقْهُ ولاحظْ ما يَحْدُثُ. إِنْ ضَغَطْتَ الهَواءَ داخِلَ البالُونِ بِضَغْطٍ إلى الأَمامِ على جِسمِ البالُونِ، لَكِنَّ الضَّغْطَ مُنْعِمٌ تَقريباً بِاتِّجاهِ قُوَّةِ البالُونِ المَفْتُوحَةِ، لِذَلِكَ يَنْدَفِعُ البالُونُ إلى الأَمامِ. وفي الصُّورَةِ المَقابِلَةِ تَرى كَيْفِيَّةَ اسْتِخدامِ البالُونِ في صُنْعِ رُوزِقٍ يُسيرُ بالدَّفْعِ النِّفَّاتِ.



الصَّوَارِيخُ الْفَضَائِيَّةُ وَالذَّرَّةُ

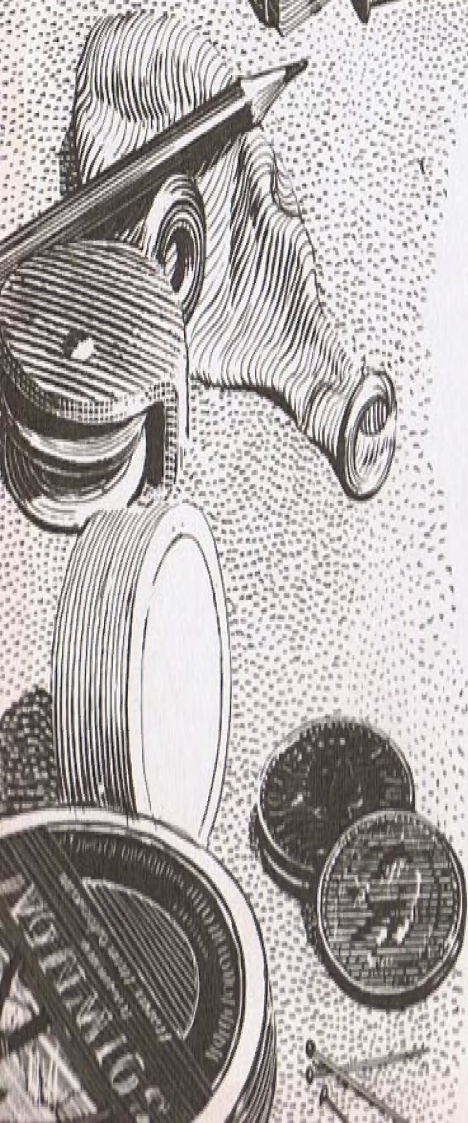
لَا تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَةُ النَّفَاثَةُ الطَّيْرَانَ فِي الْفَضَاءِ الْحَارِجِي لِانْجِدَامِ الْهَوَاءِ اللَّازِمِ لِإِحْرَاقِ
وَقُودِهَا مِنَ الْكَيروسين، لِذَلِكَ كَانَ لَا بُدَّ لِلطَّيْرَانِ عَبْرَ جَوِّ الْأَرْضِ وَالْإِنْطِلَاقِ فِي الْفَضَاءِ
الْحَارِجِي مِنْ إِيجَادِ شَكْلٍ آخَرَ مِنْ أَشْكَالِ الْقُدْرَةِ - وَقَدْ جَاءَ الْجَوَابُ فِي الْقُدْرَةِ الصَّارُوخِيَّةِ.

يَعْمَلُ الصَّارُوخُ إِلَى حَدِّ بَعِيدٍ كَالْمَحْرُوكِ النَّفَاثِ - فَهُوَ يَنْفُثُ غَازَاتِهِ السَّاخِنَةَ عَبْرَ مَنْفَثٍ
فِي مُؤَخَّرَتِهِ وَيَنْدَفِعُ هُوَ إِلَى الْأَمَامِ بِرَدَّةِ الْفِعْلِ النَّاتِجَةِ. لَكِنَّ الصَّارُوخَ يَخْتَلِفُ فِي أَنَّهُ يَجْعَلُ
مَعَهُ لَا وَقُودَهُ فَقَطْ بَلْ أَيْضًا الْأَكْسِجِينَ اللَّازِمَ لِإِحْرَاقِ ذَلِكَ الْوَقُودِ. إِنَّ الصَّارُوخَ الْفَضَائِيَّ
عَلَى ضَخَامَتِهِ وَتَعْقِيدِهِ لَا يَخْتَلِفُ مِنْ حَيْثُ الْمَبْدَأُ عَنِ الصَّوَارِيخِ النَّارِيَّةِ الَّتِي تُنْفِثُهَا احْتِفَالًا
فِي لَيَالِي الْمُنَاسَبَاتِ وَالْأَعْيَادِ. وَالْمَحْرُوكُ الصَّارُوخِي هُوَ الْوَسِيلَةُ الَّتِي يَسْتَخْدِمُهَا الْإِنْسَانُ حَالِيًا
لِرِيَادَةِ الْفَضَاءِ وَاسْتِكْشَافِ أَسْرَارِهِ.

وَمِنْ عَجَائِبِ عَصْرِنَا الْآخَرَى الطَّاقَةُ الذَّرِّيَّةُ. وَالْعُلَمَاءُ جَادُونَ فِي اكْتِشَافِ مُخْتَلِفِ
الْوَسَائِلِ وَالسُّبُلِ الْكَفِيلَةِ بِتَسْخِيرِ هَذِهِ الطَّاقَةِ الْهَائِلَةِ فِي خِدْمَةِ الْإِنْسَانِ. إِنَّ الذَّرَّةَ جِسْمٌ
مُنْهَاهِي الصُّغَرِ حَتَّى إِنَّ نَقْطَةً بِحِجْمِ رَأْسِ الدُّبُّوسِ تَحْوِي عِدَّةَ مِلْيَارَيْنِ مِنَ الذَّرَّاتِ.
لَكِنَّ الطَّاقَةَ الَّتِي يُمَكِّنُ تَحْرِيرَهَا مِنَ الذَّرَّاتِ هِيَ أَكْبَرُ بِمَا لَا يَفَاسُ مِنْ أَيِّ مَصْدَرٍ لِلطَّاقَةِ
جَالٍ فِي خَاطِرِ الْإِنْسَانِ.

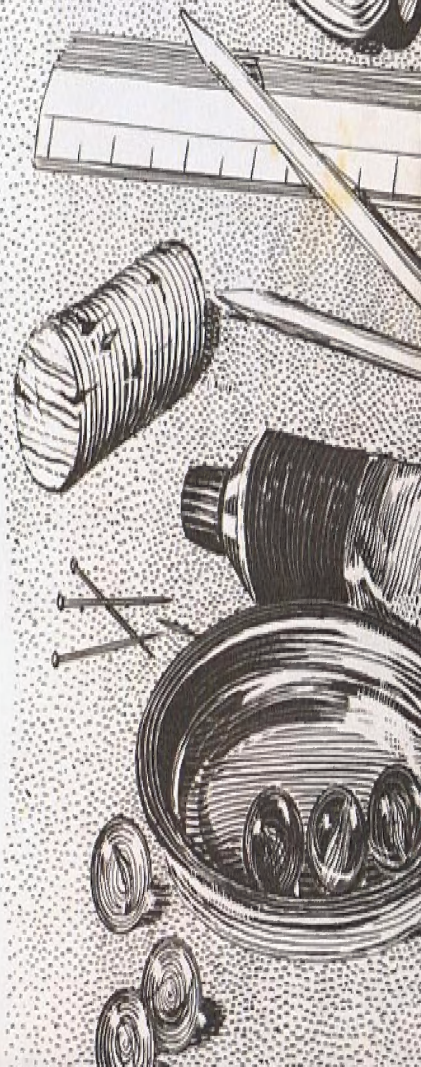
لَقَدْ ابْتَدَأَ الْإِنْسَانُ بِقَطْعِ الصُّوَانِ لِيَصْنَعَ مِنْهُ آلَاتِهِ. ثُمَّ اخْتَرَعَ الْعَتَلَةَ (الرَّافِعَةَ)
وَالدُّوَلَابَ (الْعَجَلَةَ). وَمُنْذُ اخْتِرَاعِ آلَةِ الْبُخَارِيَّةِ وَالتَّقْدُمُ الرَّابِعُ فِي صُنْعِ الْآلَاتِ
لِتَخْفِيفِ الْعَمَلِ يَتَزَايَدُ بِتَسَارُعٍ مُسْتَمِرٍّ. وَلَكِنْ حَتَّى فِي أَشَدِّ هَذِهِ الْآلَاتِ الْمُعَاصِرَةِ تَعْقِيدًا
وَبَقِيَّةُ الْعَتَلَةِ وَالدُّوَلَابِ جُزْءَيْنِ أَسَاسِيَيْنِ.





إِلَيْكَ قَائِمَةٌ بِالْأَنْشَاءِ الَّتِي تَلْزِمُكَ لِإِجْرَاءِ الْاِخْتِبَارَاتِ
فِي هَذَا الْكِتَابِ ، وَلَعَلَّ مُعْظَمَهَا مُتَوَافِرٌ لَدَيْكَ حَالِيًا .

سِنْطَرَةٌ
كُتُبُ
أَقْلَامُ اسْتِطْوَائِيَّةٍ
عَلْبَةُ بَقَابِ
طِينُ لَدَائِنِي (بِلَانِيْسِينِ)
فِطْعُ نَقْدٍ مَعْدِينَةٍ
ذَبَابِيسُ
إِبْرَةُ حَيَاكَةٍ
إِبْرَةُ زَهْوٍ
سِدَادَاتُ فِلَيْسِيَّةٍ
كُوُوسُ أَوْ أَكْوَابُ
بَكْرَةٌ (أَوْ بَكْبُ) خُيُوطُ
حَيَاتٍ مِنَ الْأَرْضِ



سِلْسِلَةُ « الْعُلُومُ الْمُبَسَّطَةُ »

- ١ - مبادئ الكهرباء والمغناطيسية
- ٢ - طبيعة الضوء والآلات البصرية
- ٣ - طبيعة الهواء والطيران
- ٤ - الآلات البسيطة والحركات

Series 621 / Arabic

في سِلْسِلَةِ كُتُبِ الْمُطَالَعَةِ الْآنَ أَكْثَرُ مِنْ ٢٠٠ كِتَابٌ تَتَنَاوَلُ أَلْوَانًا
مِنْ الْمَوْضُوعَاتِ تَنَاسِبُ مُخْتَلِفِ الْأَعْمَارِ . اطلب البيان الخاص بها من :

مَكْتَبَةُ لُبْنَان - سَاحَةُ رِيَاضِ الصُّلَح - بَيْرُوت



هذا العمل هو لعشاق الكوميكس ، و هو لغير أهداف ربحية ولتوفير المتعة الأدبية فقط ، الرجاء حذف هذا العدد بعد قراءته ، و ابتياع النسخة الأصلية المرخصة عند نزولها الأسواق لدعم استمراريتها...

This is a Fan base production , not for sale or ebay , please delete the file after reading, and buy the original release when it hits the market to support its continuity